COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-QUATORZIÈME.

JANVIER — JUIN 1892.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1892

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1892.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (C. ✻).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✻).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) ✻.
DARBOUX (Jean-Gaston) (O. ✻).
POINCARÉ (Jules-Henri) ✻.
PICARD (Charles-Émile) ✻.

SECTION II. — *Mécanique.*

RESAL (Henry-Amé) (O. ✻).
LÉVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ✻.
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (O. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) ✻.

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. O. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ✻).
LŒWY (Maurice) (O. ✻).
MOUCHEZ (Contre-Amiral Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✻).
TISSERAND (François-Félix) ✻.
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Vice-Amiral François-Edmond) (G. C. ✻).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. C. ✻).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) ✻.
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ✻).

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ❋).
CORNU (Marie-Alfred) ❋.
MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (C. ❋).
LIPPMANN (Gabriel) ❋.
BECQUEREL (Antoine-Henri) ❋.
POTIER (Alfred) (O. ❋).

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

FREMY (Edmond) (C. ❋).
FRIEDEL (Charles) (O. ❋).
TROOST (Louis-Joseph) (O. ❋).
SCHÜTZENBERGER (Paul) (O. ❋).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) ❋.
MOISSAN (Henri) ❋.

Section VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. ❋).
PASTEUR (Louis) (G. C. ❋).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) O. ❋.
FOUQUÉ (Ferdinand-André) ❋.
GAUDRY (Jean-Albert) (O. ❋).
MALLARD (François-Ernest) (O. ❋).

Section VIII. — *Botanique.*

DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ❋).
NAUDIN (Charles-Victor) ❋.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ❋).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ❋.
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) ❋.

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

Schlœsing (Jean-Jacques-Théophile) (O. ❀).
Reiset (Jules) (O. ❀).
Chauveau (Jean-Baptiste-Auguste) (O. ❀).
Dehérain (Pierre-Paul) (O. ❀).
Duclaux (Pierre-Émile) (O. ❀).
Chambrelent (Jules-François) (O. ❀).

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

Quatrefages de Bréau (Jean-Louis-Armand de) (C. ❀).
Blanchard (Charles-Émile) (O. ❀).
Lacaze-Duthiers (Félix-Joseph-Henri de) (C. ❀).
Edwards (Alphonse Milne-) (O. ❀).
Sappey (Phibert-Constant) (C. ❀).
Ranvier (Louis-Antoine) ❀.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

Marey (Étienne-Jules) (O ❀).
Charcot (Jean-Martin) (O. ❀).
Brown-Séquard (Charles-Édouard) ❀.
Bouchard (Charles-Jacques) ❀.
Verneuil (Aristide-Auguste-Stanislas) (C. ❀).
N. . . . .

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

Bertrand (Joseph-Louis-François) (C. ❀), pour les Sciences mathématiques.

Berthelot (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. O. ❀), pour les Sciences physiques.

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL HONORAIRE.

Pasteur (Louis) (G. C. ❀).

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ☼).
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ☼).
FAVÉ (Général Idelphonse) (G. O. ☼).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ☼).
LALANNE (Léon-Louis CHRÉTIEN-) (G. O. ☼).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULCES DE) (O. ☼).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (O. ☼).
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ☼).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ☼).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ☼.

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Sir Richard) (O. ☼), à Londres.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (Sir George-Biddell) ☼, à Greenwich.
TCHÉBICHEFF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ☼, à Genève.
THOMSON (Sir William) (C. ☼), à Glascow.
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ☼), à Heidelberg.
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant :

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernst), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Oxford.
WEIERSTRASS (Charles) ☼, à Berlin.
BRIOSCHI (François), à Milan.
SALMON (George), à Dublin.
N. . . . .

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ✻, à Versailles.
COLLADON (Jean-Daniel) ✻, à Genève.
BELTRAMI (Eugène), à Pavie.
GILBERT (Louis-Philippe), à Louvain.
SIRE (Georges-Étienne), à Besançon.
N. . . . .

SECTION III. — *Astronomie* (16).

HIND (John-Russell), à Londres.
ADAMS (John-Couch), à Cambridge.
CAYLEY (Arthur), à Cambridge.
STRUVE (Otto-Wilhelm) (C. ✻), à Pulkowa.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard), ✻, à Marseille.
HALL (Asaph), à Washington.
GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo) ✻, à Stockholm.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
GOULD (Benjamin-Apthorp), à Cordoba.
WOLF (Rudolf), à Zurich.
LANGLEY (Samuel), à Washington.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

RICHARDS (le Vice-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Erik Baron) (C. ✻), à Stockholm.
TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
SERPA PINTO (Alexandre-Albert DA ROCHA DE), à Lisbonne.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand) (C. ✻), à Berlin.
STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
ABRIA (Jérémie-Joseph-Benoît) (O. ✻), à Bordeaux.
CROVA (André-Prosper-Paul) ✻, à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William, Baron), à Essex.
AMAGAT (Émile-Hilaire), à Lyon.
RAOULT (François-Marie) ✻, à Grenoble.
N.. . . . .
N.. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward à Londres.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
REBOUL (Pierre-Edmond) ✻, à Marseille.
BAEYER (Adolf DE), à Munich.
HALLER (Albin), à Nancy.
N. . . . .

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

KOKSCHAROW (Général Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg.
HALL (James), à Albany.
PRESTWICH (Joseph), à Shorcand, near Sevenaoks, Kent.
GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
SCACCHI (Arcangelo), à Naples.
SUESS (Édouard), à Vienne.
POMEL (Nicolas-Auguste) ✻, à Alger.
GEIKIE (Archibald), à Londres.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Sir Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Marquis DE) ✻, à Aix.
CLOS (Dominique), à Toulouse.
SIRODOT (Simon) ✻, à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
MILLARDET (Alexis) ✻, à Bordeaux.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior), à Buitenzorg, près Batavia (Java).

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
GASPARIN (Paul-Joseph DE) ✻, à Orange.
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) (O. ✻), à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
MENABREA (le comte Louis-Frédéric) (C. ✻), à Rome.
HOUZEAU (Auguste) ✻, à Rouen.
ARLOING (Saturnin) ✻, à Lyon.
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN) (O. ✻), à Louvain.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Johannes-Japetus-Smith), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven (Connecticut).
HUXLEY (Thomas-Henry), à Hodeslea, Eastbourne (England).
VOGT (Carl) ✻, à Genève.
AGASSIZ (Alexandre), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
COTTEAU (Gustave-Honoré) ✻, à Auxerre.
MARION (Antoine-Fortuné) ✻, à Marseille.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph), à Berlin.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ☼), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ☼), à Téhéran.
HANNOVER (Adolphe), à Copenhague.
PAGET (Sir James), à Londres.
LÉPINE (Jacques-Raphaël) ☼, à Lyon.
N. . . . .
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

FREMY.

FIZEAU.

Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1891.

(*Voir* à la page 14 de ce Volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JANVIER 1892.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être pris, cette année, dans l'une des Sections de Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. de Lacaze-Duthiers obtient . . . . . 49 suffrages.

Il y a deux bulletins blancs.

M. DE LACAZE-DUTHIERS, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1892.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres, qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1892, et qui doivent être pris, l'un dans les Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

MM. **Fremy** et **Fizeau** réunissent la majorité absolue des suffrages et sont élus Membres de la Commission.

M. **Duchartre**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1891.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1892.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CX (1er semestre 1890) et le Tome CXI (2e semestre 1890) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1891 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Volumes en cours de publication.

Mémoires présentés par divers savants. — Un Mémoire de MM. God et Heymans « Sur la contraction musculaire » (deux feuilles tirées).

Un Mémoire de M. le comte de Sparre « Sur le pendule de Foucault » (trois feuilles tirées).

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1891.

Membres décédés.

Section de Physique générale : M. Edmond **Becquerel**, décédé le 11 mars.

Section de Chimie : M. **Cahours**, décédé le 17 mars.

Section de Médecine et de Chirurgie : M. Alfred **Richet**, décédé le 30 décembre 1891.

Membres élus.

Section de Chimie : M. **Moissan**, le 8 juin, en remplacement de M. Cahours, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Chambrelent**, le 19 janvier, en remplacement de M. Peligot, décédé.

Changements survenus parmi les Associés étrangers depuis le 1er janvier 1891.

Membre décédé.

S. M. **dom Pedro d'Alcantara**, décédé le 5 décembre.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1891.

Correspondants décédés.

Section de Géométrie : M. **Kronecker**, décédé le 29 décembre.

Section de Mécanique : M. **Boileau**, décédé le 11 septembre.

Géographie et Navigation : M. **Ibañez de Ibero** (le marquis **de Mulhacen**, Général Charles), à Madrid, décédé le 29 janvier.

Physique générale : M. **Weber**, à Göttingue, décédé le 23 juin.

Section de Chimie : M. **Stas** (Jean-Servais), à Bruxelles, décédé le 13 décembre.

Section d'Économie rurale : M. **de Andrade Corvo**, décédé en 1890.

Section de Médecine et de Chirurgie : M. **Palasciano**, à Naples, décédé le 28 novembre.

Correspondants élus.

Section de Mécanique : M. **Sire**, à Besançon, le 9 mars, en remplacement de M. Dausse, décédé.

Section de Géographie et de Navigation : M. **de Serpa Pinto**, à Lisbonne, le 21 avril, en remplacement de M. Pissis; M. **Grimaldi** (Albert-Honoré-Charles), prince souverain de Monaco, le 27 avril, en remplacement de M. Tchihatchef, décédé.

Section de Chimie : M. **Haller**, à Nancy, le 12 janvier, en remplacement de M. Chancel, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Geikie**, à Londres, le 2 mars, en remplacement de M. Favre, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Géométrie : M. **Kronecker**, décédé le 29 décembre.

Section de Géographie et de Navigation : M. **Ibañez de Ibero** (le marquis **de Mulhacen**, Général Charles), à Madrid, décédé le 29 janvier; M. **Ledieu**, à Brest, décédé le 17 avril.

Section de Physique générale : M. **Soret**, à Genève, décédé le 13 mai 1890; M. **Weber**, à Göttingue, décédé le 23 juin.

Section d'Économie rurale : M. **de Andrade Corvo**, à Lisbonne, décédé le 15 février 1890.

Section de Médecine et de Chirurgie : M. **Palasciano**, à Naples, décédé le 28 novembre.

Section de Chimie : M. **Stas** (Jean-Servais), à Bruxelles, décédé le 13 décembre.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *A. Richet,* Membre de la Section de Médecine et de Chirurgie, décédé à Carquéranne le 30 décembre 1891.

Les obsèques ont eu lieu aujourd'hui même, à Paris.

La séance sera levée en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un mode anormal de propagation des ondes.* Note de M. **H. Poincaré.**

« La théorie conduit à une solution particulière des équations du mouvement ondulatoire, solution qui présente un certain nombre de particularités remarquables sur lesquelles je désirerais attirer l'attention. Ces

circonstances ne se produiront jamais dans la propagation des vibrations lumineuses, à cause de la petitesse de la longueur d'onde; mais il est possible que l'on rencontre des faits analogues, quoique probablement dans des conditions beaucoup moins simples, dans le cas des ondulations hertziennes, et il serait alors nécessaire d'en tenir compte ou tout au moins de s'en défier. C'est ce qui me décide à publier les résultats qui suivent, quoique je n'en voie pas, pour le moment, d'application physique.

» L'équation du mouvement ondulatoire est, en appelant V^2 la vitesse de propagation,

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = V^2 \Delta\xi$$

ou, si ξ ne dépend que de z, de t et de $\rho = \sqrt{x^2+y^2}$,

$$(1) \qquad \frac{d^2\xi}{dt^2} = V^2\left(\frac{d^2\xi}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho}\frac{d\xi}{d\rho} + \frac{d^2\xi}{dz^2}\right).$$

» On voit alors que cette équation admet l'intégrale suivante

$$(2) \qquad \xi = AJ_0(h\rho)\cos 2\pi\left(\frac{z}{l} - \frac{t}{T}\right),$$

où A, h, l et T sont des constantes satisfaisant aux conditions

$$\frac{h^2}{4\pi^2} = \frac{1}{V^2T^2} - \frac{1}{l^2},$$

et où J_0 désigne la fonction de Bessel,

$$J_0(x) = 1 - \frac{x^2}{2^2} + \frac{x^4}{2^2.4^2} - \frac{x^6}{2^2.4^2.6^2} + \ldots.$$

» Si l'on pose $VT = \lambda$, λ pourra s'appeler la longueur d'onde *normale*, et l la longueur d'onde *apparente*. On aura

$$\frac{h^2}{4\pi^2} = \frac{1}{\lambda^2} - \frac{1}{l^2}.$$

» On voit que la longueur d'onde apparente sera plus grande que la longueur d'onde normale; la différence sera d'autant plus grande que h sera plus grand, c'est-à-dire que le pinceau de rayons lumineux sera plus délié, mais elle restera toujours petite. Pour nous en rendre compte, introduisons une longueur

$$\rho_0 = \frac{64}{h}.$$

» Alors, à l'extérieur d'un cylindre ayant pour axe l'axe des z et pour

rayon ρ_0, l'intensité sera au plus égale à la centième partie de ce qu'elle est en un point de l'axe des z.

» Si nous prenons $\lambda = 500\,\mu\mu$, $\rho_0 = 64\,\mu$, la différence entre les deux longueurs d'onde sera moindre que la trois-centième partie de l'une d'elles.

» Si nous prenons $\lambda = 500\,\mu\mu$, $\rho_0 = 640\,\mu$ (notre cylindre a alors un peu plus de 1^{mm} de diamètre), la différence entre les deux longueurs d'onde sera moindre que la trente-millième partie de l'une d'elles.

» La forme de l'expression (2) pourrait nous induire en erreur. Nous pourrions être tentés de croire que la vitesse de propagation est égale à $\frac{l}{T}$ et, par conséquent, plus grande que la vitesse normale. Ce serait le contraire de la vérité.

» Pour nous en rendre compte, supposons que A, au lieu d'être une constante, soit une fonction de z et de t; je supposerai de plus que cette fonction et ses dérivées sont finies, tandis que $\frac{1}{l}$ et $\frac{1}{\lambda}$ sont de très grandes quantités.

» En supprimant le facteur $J_0(h\rho)$ et en posant, pour abréger,

$$2\pi\left(\frac{z}{l} - \frac{t}{T}\right) = \omega,$$

notre équation (1) devient alors

$$(3) \qquad \frac{4\pi}{T}\frac{dA}{dt}\sin\omega + \frac{d^2A}{dt^2}\cos\omega = -\frac{4\pi V^2}{l}\frac{dA}{dz}\sin\omega + V^2\frac{d^2A}{dz^2}\cos\omega.$$

» Dans chacun des deux membres de l'équation (3), le premier terme contient en facteur $\frac{1}{T}$ ou $\frac{1}{l}$ et est, par conséquent, très grand; le second terme est fini et peut être négligé. Il reste alors, en supprimant les facteurs communs,

$$\frac{dA}{dt} + \frac{V^2T}{l}\frac{dA}{dz} = 0,$$

d'où

$$A = f\left(z - \frac{V^2T}{l}t\right),$$

ce qui veut dire que la perturbation se propage avec une vitesse

$$\frac{V^2T}{l} = \frac{V\lambda}{l},$$

c'est-à-dire avec une vitesse *moindre* que la vitesse normale. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur le mécanisme de la fixation de l'azote par le sol et les végétaux, à propos d'une réponse de MM.* Schlœsing fils *et* Laurent; par MM. **Arm. Gautier** et **R. Drouin**.

« En réponse à nos observations relatives au rôle que jouent les algues dans le phénomène de l'assimilation de l'azote par le sol, MM. Th. Schlœsing fils et Laurent, dans leur dernière Note insérée aux *Comptes rendus* (t. CXIII, p. 1059), reconnaissent que nos expériences avaient établi, avant les leurs, l'influence active des algues sur l'enrichissement des terres en azote. C'était là l'objet principal de notre réclamation.

» En ce qui touche au *mécanisme* de cette assimilation, ils nous objectent que, dans nos Mémoires de 1888, nous n'avons jamais affirmé que cet azote fût *directement* assimilé par les algues ou les végétaux supérieurs *à l'état d'azote libre*. Nous avons, en effet, formulé sur ce point d'expresses réserves, que nous maintenons encore aujourd'hui. Les raisons en ont été exposées dans notre réponse à leur principale Communication (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 821). Nous n'y reviendrons pas. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Léopold Kronecker*, Correspondant pour la Section de Géométrie, décédé à Berlin le 29 décembre 1891.

Note sur M. Kronecker; par M. **Hermite**.

« La Science mathématique et l'Académie viennent de faire une grande, une irréparable perte : notre illustre Correspondant, M. Kronecker, est mort à Berlin, le 29 décembre dernier, après une courte maladie.

» Notre Confrère s'est mis au rang des grands géomètres par d'éclatantes découvertes dans la théorie des nombres, qui lui assurent une gloire impérissable en associant son nom à ceux de Gauss, de Dirichlet et d'Eisenstein. Son génie s'est aussi montré dans un grand nombre de travaux concernant l'Algèbre pure, la haute Analyse, la Physique mathématique; je rappellerai seulement, et en peu de mots, ceux qui ont pour objet l'Arithmétique et la théorie des fonctions elliptiques.

» Les *Fundamenta* de Jacobi avaient ouvert pour la théorie des nombres

un nouveau point de vue, en faisant connaître des propositions extrêmement intéressantes sur la décomposition des entiers en carrés, établies par d'autres méthodes que celles de Gauss, au moyen d'identités qui les mettaient immédiatement en évidence. L'œuvre capitale de M. Kronecker est d'avoir trouvé dans la théorie de la transformation et l'étude des modules singuliers donnant lieu à la multiplication complexe une source d'un accès plus difficile, mais infiniment plus féconde pour l'Arithmétique. Dès ses premiers pas dans cette voie, qu'il devait suivre avec tant de succès, notre Confrère découvre sur le nombre des classes de formes quadratiques, de déterminant négatif, des théorèmes d'un caractère tout nouveau, qui ont été accueillis avec une admiration unanime. C'était continuer, après Dirichlet, qui, le premier, a obtenu l'expression du nombre des classes, la marche en avant dans la grande théorie fondée par le génie de Gauss. De nouveaux efforts le conduisent ensuite à une autre découverte plus profonde et plus difficile, où intervient la distribution en genres de l'ensemble des classes de même déterminant.

» M. Kronecker établit qu'à chaque classe de forme quadratique correspond un module singulier qui permet la multiplication complexe; à l'ensemble des classes de même déterminant, une équation algébrique à coefficients rationnels dont il parvient à démontrer l'irréductibilité, et à la distribution en genres, une décomposition en facteurs s'obtenant par l'adjonction des racines carrées des diviseurs premiers du déterminant, qui donnent les caractères des genres.

» Je m'arrêterai un instant à ces résultats, dont la place est à jamais marquée dans la Science.

» La théorie des formes quadratiques est la plus importante partie des *Disquisitiones arithmeticæ* de Gauss : elle commence avec les énoncés célèbres de Fermat, elle se poursuit, pendant un siècle et demi de travaux isolés, avec les découvertes d'Euler, de Lagrange, de Legendre, celles de Gauss lui-même, pour arriver à cette profonde unité qu'on admire dans son Ouvrage. Mais ces illustres géomètres, en n'ayant en vue et pour but de leurs efforts que les propriétés des nombres entiers, tendaient, à leur insu, vers un autre objet. M. Kronecker a mis en complète évidence que la théorie des formes quadratiques, de déterminant négatif, a été une anticipation de la théorie des fonctions elliptiques, de telle sorte que les notions de classes et de genres, celle des déterminants réguliers et de l'exposant d'irrégularité, auraient pu s'obtenir par l'étude analytique et l'examen des propriétés de la transcendante. Cette correspondance que rien ne pouvait faire prévoir, entre deux ordres si distincts, si éloignés de connais-

sances mathématiques est une surprise pour l'esprit, elle appelle l'attention sur la marche de la Science qui nous est, en partie, cachée, et sur une secrète coordination de nos travaux qui seconde nos efforts et concourt à son développement. La voie féconde que s'était ouverte M. Kronecker a été suivie, avec succès, par d'éminents géomètres; M. Weber a publié récemment un Ouvrage du plus grand mérite, où sont approfondies ces difficiles questions; elles ont été aussi le sujet des recherches de M. Kiepert, de M. Greenhill, et notre bien regretté Confrère Halphen y a consacré les derniers efforts de son beau talent.

» Mais la trace impérissable, laissée dans la Science par M. Kronecker, ne se borne pas à ces découvertes qui suffiraient seules à son illustration. Sans quitter le domaine des fonctions elliptiques, je dois rappeler encore la résolution de l'équation générale du cinquième degré, qu'il a obtenue au moyen des relations données par Jacobi entre le module et le multiplicateur, dans la théorie de la transformation.

» Notre illustre Correspondant aimait l'Académie, où il avait été appelé en 1868, et plusieurs fois il est venu prendre place parmi ses Confrères; il avait été décoré de la Légion d'honneur, en 1882, sur la proposition de M. de Freycinet. Ses dernières pensées, avant la maladie qui devait l'emporter, avaient pour objet une question fondamentale d'Analyse, l'expression, au moyen d'intégrales multiples, du nombre des solutions d'un système d'équations à plusieurs inconnues. Nous les avons recueillies dans une lettre communiquée, à notre précédente séance, par M. Picard; elle n'a paru qu'après sa mort.

» La louange se tait devant le deuil de la Science et l'émotion causée, dans tout le monde mathématique, par la perte cruelle du grand Géomètre; à ces regrets douloureux, à ces souvenirs d'une vie remplie partant de travaux et de découvertes, je joins ceux d'une amitié qui a été, pendant trente années, l'honneur de ma vie scientifique et que je ne retrouverai plus. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. C. Canovetti adresse, de Brescia, un Mémoire intitulé « Évaluation du débit d'un déversoir sans contraction latérale, au moyen de la surface supérieure et inférieure de la nappe ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Potier.)

M. F. **Fromholt** adresse une Note intitulée « De la perforation des roches, du sciage, du moulurage et du tournage des pierres dures à l'aide du diamant ».

(Commissaires : MM. Daubrée, Fouqué.)

CORRESPONDANCE.

M. **Béhal**, M. **Oct. Callandreau**, M. **Guignard**, M. **d'Ocagne**, M. **E. Rivière** adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes électrocapillaires et les différences de potentiel au contact.* Note de M. **Gouy**.

« Je me suis proposé, en vue de la question toujours controversée des différences de potentiel au contact des métaux, de mesurer la tension superficielle des amalgames liquides plus ou moins polarisés, par comparaison avec celle du mercure.

» On opère d'abord avec le mercure. L'appareil est un électromètre capillaire, construit avec un gros tube gradué en millimètres; une tubulure latérale et un réservoir mobile permettent de faire varier le niveau du mercure, en sorte qu'une seule lecture donne la hauteur de la colonne équilibrée par les forces capillaires. Le vase inférieur, disposé comme d'ordinaire et contenant du mercure et de l'eau acidulée sulfurique, communique par un siphon avec un autre vase, contenant aussi de l'eau acidulée et du mercure M. La colonne mercurielle et le mercure M sont reliés par des fils de platine à un électromètre à quadrants, qui donne leur différence de potentiel δ. On mesure la hauteur qui correspond aux diverses valeurs de δ, en amenant le ménisque à une très petite distance connue de l'extrémité de la pointe effilée.

» Cela fait, l'appareil est démonté, le mercure complètement chassé par aspiration, et l'on remonte l'électromètre en remplaçant le mercure par l'amalgame liquide, sauf le mercure M qui reste invariable. L'électromètre à quadrants est relié, comme précédemment, au mercure M et à la colonne métallique, et indique leur *différence apparente de potentiel* δ. On mesure la hauteur de cette colonne qui correspond aux diverses valeurs de δ, en amenant le ménisque au même point que précédemment. Si l'on a rempli

l'appareil sans que la pointe soit salie par de l'oxyde, ce qui n'offre pas de difficulté réelle, le ménisque est bien mobile et les expériences fort régulières, pourvu qu'on n'emploie que des polarisations négatives.

» Les premières expériences ont eu pour objet les amalgames à $\frac{1}{1000}$ de zinc, cadmium, plomb, étain, bismuth, argent [1] et or. On constate que, *pour une même valeur de* δ, *les hauteurs de mercure et d'amalgame sont sensiblement les mêmes*. Les poids spécifiques étant presque identiques, il en résulte que, pour une même valeur de δ, la tension superficielle est la même pour le mercure et l'amalgame. On peut donc énoncer cette loi très approchée : *Dans un système formé de mercure non polarisé, d'eau acidulée sulfurique et d'un amalgame à* $\frac{1}{1000}$ *plus ou moins polarisé, la tension superficielle de l'amalgame est fonction de la différence apparente de potentiel* δ *entre l'amalgame et le mercure, et cette fonction reste la même si l'on remplace l'amalgame par du mercure.*

» Cette fonction n'est pas connue pour les amalgames sur une étendue aussi grande que pour le mercure; l'une des limites est le point où il devient trop difficile d'éviter les bulles d'hydrogène, et l'autre est déterminée par ce fait qu'on n'emploie en général que des polarisations négatives. Avec l'or, l'argent et le bismuth, on a les deux côtés de la courbe avec le maximum; celui-ci est encore atteint avec l'étain et le plomb, mais le cadmium, et surtout le zinc, en demeurent assez éloignés. Toutefois, pour ces deux derniers métaux, il paraît légitime d'admettre que la courbe continuerait à coïncider avec celle du mercure si l'on pouvait la déterminer jusqu'au maximum. Ainsi la même valeur δ_0 de la différence de potentiel apparente correspond au maximum de tension superficielle pour le mercure et les amalgames à $\frac{1}{1000}$.

» Il en résulte une conséquence importante, si l'on admet, avec Helmholtz et beaucoup de physiciens, que, à ce maximum, la différence de potentiel est nulle entre le métal et l'eau acidulée L. On a, en effet,

$$\delta_0 = \mathrm{Pt}\,|\,\mathrm{Hg} + \mathrm{Hg}\,|\,\mathrm{L} + \mathrm{amalg.}\,|\,\mathrm{Pt} = \mathrm{Pt}\,|\,\mathrm{Hg} + \mathrm{Hg}\,|\,\mathrm{L} + \mathrm{Hg}\,|\,\mathrm{Pt},$$

d'où

$$\mathrm{Hg}\,|\,\mathrm{amalg.} = 0.$$

---

[1] La teneur de l'amalgame d'argent était seulement de $\frac{3}{10000}$: c'est à peu près ce que le mercure peut *dissoudre* aux températures ordinaires. On n'a pas opéré avec le cuivre, dont le mercure ne dissout que des traces.

» *La différence de potentiel au contact entre le mercure et les amalgames à $\frac{1}{1000}$ est nulle ou très petite,* en admettant la théorie d'Helmholtz. On sait que ces amalgames à $\frac{1}{1000}$ sont, en général, équivalents pour la force électromotrice aux amalgames plus riches et aux métaux solides eux-mêmes. Malgré cela, on ne peut généraliser la loi précédente, car les amalgames très concentrés se comportent un peu différemment. Les expériences sur ce point n'étant pas terminées, je me bornerai à un exemple. L'amalgame formé en dissolvant 1 partie d'alliage fusible Darcet dans 4 parties de mercure a son maximum pour $\delta_0 = -1^\circ,03$; tandis que, pour le mercure, on a $\delta_0 = -0^\circ,88$. D'où résulterait, dans les idées d'Helmholtz,

$$\text{Hg}\,|\,\text{amalg.} = +\,0^\circ,15.$$

» Ce qui précède est en contradiction apparente avec d'autres expériences. D'après une relation due à M. Lippmann, lorsqu'un métal isolé s'écoule par gouttes dans un électrolyte, il arrive au potentiel qui rend la tension superficielle maximum. Or l'amalgame de zinc qui, comme nous le montre la courbe des tensions, est assez éloigné du maximum, demeure, en s'écoulant, sensiblement à son potentiel normal. M. Pellat, à qui l'on doit les premières recherches sur ce sujet ([1]), a observé ce dernier fait et d'autres analogues, et en a tiré la conclusion toute naturelle que l'amalgame de zinc est sensiblement au potentiel de l'eau acidulée, et que, par suite, la différence de potentiel au contact de cet amalgame et du mercure est de l'ordre d'un volt. Mais ces phénomènes peuvent recevoir une autre interprétation. Le théorème de M. Lippmann suppose essentiellement que la dépolarisation spontanée est négligeable, tandis que, pour les amalgames des métaux oxydables, cette dépolarisation est très grande pour des polarisations positives, même très petites, en sorte que l'amalgame arrive par écoulement, non pas au potentiel qui rend la tension superficielle maximum, mais au potentiel où la dépolarisation commence à devenir très active. Il n'y a donc pas de contradiction réelle entre les intéressantes expériences de M. Pellat et les faits établis plus haut. »

([1]) Pellat, *Journal de Physique;* 1887 et 1890.

CHIMIE. — *Sur la combinaison directe de l'azote avec les métaux alcalino-terreux.* Note de M. **Maquenne**.

« On ne connaît, jusqu'à présent, qu'un très petit nombre de métaux susceptibles de fixer directement l'azote en proportion notable, et ceux qui, comme le magnésium et l'aluminium, donnent naissance à des combinaisons azotées définies, ne manifestent cette propriété qu'au rouge-blanc. J'ai reconnu que les métaux alcalino-terreux donnent lieu à la même réaction dès la température du rouge-cerise, formant ainsi des azotures immédiatement décomposables par l'eau, avec production d'ammoniaque.

» Le moyen le plus simple de réaliser cette combinaison consiste à chauffer dans une atmosphère d'azote pur et sec un amalgame riche (à 15 ou 20 pour 100) du métal étudié : l'expérience doit être faite dans une nacelle de fer ou de nickel, car le platine est très rapidement attaqué dans ces conditions. On maintient la température au rouge sombre pendant une demi-heure environ, de manière à chasser la majeure partie du mercure, puis on porte pendant quelques instants au rouge vif et on laisse refroidir.

» L'azoture se présente alors sous la forme d'une masse brune, entièrement fondue si la température a été suffisante, et qui prend sous la lime un aspect semi-métallique. Cet éclat est d'ailleurs extrêmement fugitif; le produit étant très altérable au contact de l'air humide.

» Dans le cas particulier du baryum, qui se prête mieux que le strontium et le calcium à cette expérience, à cause de la facilité avec laquelle se forme son amalgame, le produit est quelquefois cristallisé en fines aiguilles jaunâtres, irisées par suite sans doute d'une oxydation superficielle. Ces cristaux adhèrent fortement aux parois de la nacelle et donnent souvent lieu à une incandescence quand on cherche à les en détacher.

» Dans tous les cas, la substance que l'on obtient ainsi décompose l'eau à froid, avec élévation de température et dégagement d'hydrogène, en proportion variable. Le liquide retient en dissolution de l'ammoniaque et l'oxyde du métal employé.

» Il s'est donc produit un azoture, qui est resté mélangé à un excès de métal alcalino-terreux, ou plutôt à un amalgame mixte, car le métal de la nacelle est toujours assez fortement corrodé et amalgamé sur toute sa surface extérieure.

» Lorsque, pendant la chauffe, on élève la température jusqu'au rouge orangé, on voit sortir de la nacelle des vapeurs denses, qui sont entraînées par le courant d'azote jusqu'au dehors. Ces fumées donnent dans la flamme le spectre du baryum, du strontium ou du calcium : elles semblent indiquer une légère volatilisation des azotures correspondants.

» Les amalgames dont on s'est servi dans ces recherches ont été préparés par l'élec-

trolyse des chlorures alcalino-terreux, en solution aqueuse concentrée; le chlorure de calcium ne donne ainsi qu'un produit très pauvre, renfermant à peine quelques dix-millièmes de métal fixe, mais il a été possible néanmoins, par une série de distillations dans le vide, de l'enrichir suffisamment pour le rendre propre à sa transformation en azoture de calcium.

» En résumé, les métaux alcalino-terreux sont capables de s'unir rapidement à l'azote, sous l'action de la chaleur, et en l'absence complète du carbone ou de ses composés, ce qui écarte toute hypothèse relative à la formation préalable d'un carbure métallique.

» La facilité avec laquelle cette combinaison s'effectue témoigne d'une affinité toute particulière de ces corps pour l'azote et peut ainsi fournir une nouvelle interprétation de la synthèse des cyanures alcalino-terreux par l'action simultanée de l'azote et du carbone sur les bases correspondantes.

» La composition de ces produits n'a pu être encore déterminée avec certitude; j'espère pouvoir bientôt revenir sur ce sujet, et donner en même temps quelques indications complémentaires sur les propriétés des azotures de la série du calcium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nitration des hydrocarbures de la série du méthane.* Note de M. **Konovaloff.**

« La relation particulière qui existe entre l'acide azotique et le nononaphtène a ébranlé l'idée généralement admise jusqu'ici que, dans les hydrocarbures de la série du méthane, on ne peut pas remplacer directement un atome d'hydrogène par le groupe AzO^2. Cette propriété des hydrocarbures de la série du méthane a été jusqu'ici généralement regardée comme caractéristique et les distinguant des hydrocarbures aromatiques.

» C'est pour éclaircir cette question que j'ai entrepris les expériences qui forment le sujet de cette Note, en faisant agir l'acide azotique faible sur l'hexane et l'octane normaux.

» I. En chauffant en tubes scellés l'hexane normal (point d'ébullition 68°, 5-69°, densité $d_0^{20} = 0,6583$) avec de l'acide azotique (densité 1,075) à la température 130°-140°, j'ai obtenu 50 pour 100 (de la quantité théorique) de nitrohexane brut. Après distillation fractionnée, 30 pour 100 (de la quantité théorique) passaient à l'ébullition, à peu près à 175°-177°.

» L'analyse a donné :

	I.	II.	III.	IV.	Calculé pour la formule $C^6H^{13}AzO^2$.
C................	55,20	54,72	»	»	54,96
H................	10,41	10,08	»	»	9,93
Az................	»	»	10,99	10,91	10,68

» La plus grande partie de la substance distille à 176°. Sa densité est $d_0^0 = 0,9509$; $d_0^{20} = 0,9357$.

» Ce nitrohexane se dissout à l'ébullition dans une solution concentrée de KOH; dans une solution alcoolique de KOH, le nitrohexane se dissout avec échauffement. Avec l'acide azoteux, ces solutions donnent une coloration bleu-verdâtre, provenant peut être de la formation de pseudonitrole; on n'obtient pas d'acide nitrolique, ce qui indique le caractère secondaire du nitrohexane étudié.

» La réduction par la poudre de zinc et de l'acide acétique en solution alcoolique et au bain-marie donne surtout deux produits : le méthylbutylkétone ($CH^3COC^4H^9$) et l'hexylamine, distillant entre 116°-118°. Les propriétés de cet hexylamine prouvent son identité avec l'hexylamine $CH^3CHAzH^2(CH^2)^3CH^3$, obtenu en partant de l'iodure d'hexyle, tiré de la mannite.

» La composition du kétone et de l'hexylamine a été établie par des analyses.

» Grâce à ces données, je puis affirmer que le nitrohexane obtenu est secondaire, ayant la formule $CH^3\,CHAzO^2\,CH^2\,CH^2\,CH^2\,CH^3$.

» II. J'ai obtenu des résultats tout à fait analogues dans l'action de l'acide azotique faible sur l'octane normal. On obtient également un nitro-octane secondaire et, à la réduction, un amine et un kétone.

» Les conclusions qui découlent de ces expériences sont évidentes :

» 1. Les hydrocarbures normaux de la série du méthane peuvent être nitrés par l'action de l'acide nitrique faible (¹), et donnent comme produit principal des nitroproduits secondaires. Les rendements sont relativement assez satisfaisants pour que l'action de l'acide nitrique faible sur les hydrocarbures normaux de la série du méthane puisse servir de moyen pour obtenir les nitroproduits secondaires.

» 2. Les nitrohexane et nitro-octane secondaires donnent, par l'action de l'acide azoteux, la coloration indiquant probablement la formation de pseudonitrole (²).

» 3. Dans la réduction de ces nitroproduits, on obtient des amines et des kétones correspondants.

(¹) Contrairement aux indications de V. Meyer et Locher, *Liebig's Annal.*, t. 180, p. 140.

(²) Comme je l'ai montré déjà pour le nononaphtène.

» Je continue l'étude de l'action de l'acide nitrique faible sur les hydrocarbures de la série du méthane non normaux, et les hydrocarbures de la série aromatique à chaîne latérale, espérant introduire dans ces dernières le groupe AzO^2 [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'embryogénie des* Sagitta. Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. A.-Milne Edwards.

« Des observations sur le développement des *Sagitta* m'ont conduit à comprendre autrement que Kowalewsky et Butschli la formation de la cavité archentérique, qui apparaît chez ces animaux au stade *gastrula*. D'après ces naturalistes, cette cavité, simple au début, se diviserait à sa partie antérieure en trois lobes, tandis qu'à la partie postérieure elle conserverait sa simplicité. Les lobes latéraux de la région tripartite constitueraient la cavité générale; le lobe moyen formerait le tube digestif de l'animal parfait. Cette manière de voir me semble erronée.

» La cavité archentérique, ouverte en arrière par le blastopore, lequel occupe la région du futur anus, ne donne point naissance (*partim*) à la cavité générale, mais bien au tube digestif. Par suite, le revêtement de la portion refoulée par embolie ne représente pas un mésoblaste, mais un hypoblaste.

» D'après cela, voici comment on doit comprendre le processus évolutif du tube digestif. Au pôle oral de l'œuf apparaît une dépression que tapisse l'épiblaste refoulé. Cette dépression, en s'accentuant, repousse le feuillet sous-jacent, c'est-à-dire l'hypoblaste, qui cède et s'érode au bout de quelque temps. De la sorte, il s'établit une communication de la cavité hypoblastique avec l'extérieur, par l'intermédiaire d'une bouche définitive. A la vérité, l'archenteron se montre trilobé en avant, mais les trois lobes appartiennent au tube digestif. Plus tard, les lobes latéraux entrent en régression et disparaissent. Puis le blastopore se ferme et l'anus se constitue dans son voisinage.

» En même temps que les lobes latéraux de l'archenteron s'atrophient, une délamination s'effectue entre l'épiblaste et l'hypoblaste et il se forme une cavité mésoblastique, qui sera plus tard la cavité générale de la *Sagitta*.

---

[1] Ces recherches ont été faites au laboratoire de Chimie organique de l'Université de Moscou.

» A mesure que l'embryon s'accroît par sa partie postérieure, l'écartement entre les deux feuillets augmente et il se constitue, en arrière, une cavité spacieuse, que traversent deux lames mésentériques, d'origine mésoblastique, qui rattachent le tube digestif aux parois somatiques, mésentères qui finissent par être résorbés dans la région postérieure du corps, où la cavité somatique est unique chez l'adulte.

» Sur les côtés de l'intestin terminal, apparaissent de bonne heure des proliférations cellulaires, d'où dérivent les organes mâles et femelles. Ceux-ci ne prennent donc point naissance, comme on l'a prétendu, dans la cavité de l'archenteron, mais en dehors de cette dernière, dans l'intervalle résultant de la délamination de l'épiblaste et de l'hypoblaste, dont nous avons parlé plus haut. Il nous a été impossible de déterminer avec rigueur la part que chacun de ces deux feuillets prend à la formation des glandes génitales et de nous assurer, par conséquent, si la théorie d'Édouard van Beneden reçoit ici une confirmation.

» Nous n'avons rien à ajouter à ce qu'on a dit du mode de formation d'une section céphalique et d'une section somatique de la cavité générale.

» Nous avons reconnu que la musculature, assez complexe de la région céphalique, dérive du mésoblaste du compartiment correspondant.

» Nous n'avons pu étudier, avec un détail suffisant, le développement du système nerveux. Toutefois, d'après l'ensemble de nos observations sur l'embryogénie des *Sagitta,* nous soupçonnons que ce type n'est pas aussi distant des Vertébrés qu'on l'admet généralement.

» Les *Sagitta*, les *Ascidies* et les *Amphioxus* nous paraissent rentrer dans un groupe particulier, où l'on voit apparaître les premiers linéaments des Vertébrés, dont ils sont comme les précurseurs et que, pour cette raison, on pourrait désigner sous le nom de *Prévertébrés.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence des décharges électriques pendant les orages, sur les appareils enregistreurs du magnétisme terrestre.* Note de M. **Em. Marchand**, présentée par M. Mascart.

« M. Moureaux a signalé récemment (*Ciel et Terre*, du 1er décembre 1891), la coïncidence de quelques coups de foudre, ayant frappé des points voisins de l'Observatoire du Parc Saint-Maur, avec certains petits mouvements des barreaux des magnétomètres enregistreurs, mouvements

analogues à ceux qu'on leur imprime pour avoir des repères horaires. Cette coïncidence a été observée fréquemment à l'Observatoire de Lyon, et, après la Communication de M. Moureaux, il nous a paru intéressant de faire la statistique complète des cas assez nombreux où elle s'est produite, depuis l'année 1887.

» Au moyen du journal météorologique de l'Observatoire, nous avons dressé la liste de tous les orages ayant donné de forts coups de tonnerre, ou des coups de foudre sur des points peu éloignés; les décharges électriques, dont l'heure a été ainsi notée, se sont produites à des distances variant entre 150^m et 2000^m environ; elles sont au nombre de soixante-treize pour les cinq dernières années. Nous avons ensuite recherché, dans les courbes magnétiques, la trace des oscillations qu'elles avaient pu imprimer aux barreaux; nous avons trouvé :

» 1° Quarante cas où cette trace est très nette et facilement visible dans un examen rapide des courbes, où, par conséquent, elle peut être aperçue sans que l'on sache d'avance à quelle heure les oscillations ont dû se produire;

» 2° Quinze cas où la trace des mouvements oscillatoires, quoique légère, est encore bien visible quand on connaît d'avance l'heure de la perturbation;

» 3° Treize cas où les oscillations sont moins certaines et ne se traduisent sur la courbe que par un défaut de netteté pendant quelques minutes;

» 4° Enfin, cinq cas seulement où l'on n'aperçoit absolument aucune trace d'oscillation des barreaux.

» Les oscillations ne sont pas, en général, de même amplitude dans les trois instruments, déclinomètre, bifilaire et balance; leur trace manque même le plus souvent dans les courbes de ce dernier appareil, ce qui tient sans doute à la rapidité avec laquelle s'amortissent et s'éteignent les oscillations de son barreau. Le déclinomètre et le bifilaire, dont la sensibilité est à peu près la même, présentent souvent des différences d'amplitude très notables; parfois l'oscillation est très marquée à l'un d'eux et à peine perceptible à l'autre; d'autrefois, elle a presque la même valeur dans les deux appareils.

» Il ne paraît pas exister de relation simple entre la distance à laquelle se produit la décharge et l'amplitude des oscillations qu'elle détermine : des coups de foudre très violents, sur des points rapprochés, n'ont produit parfois qu'un trouble à peine perceptible des appareils; d'autres fois, on constate des oscillations assez fortes alors que les observations d'orages indiquent seulement du tonnerre fort, mais encore assez éloigné. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier* 1892. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« *Parc Saint-Maur*. — Les observations magnétiques sont continuées avec les mêmes appareils et réduites d'après les mêmes méthodes que les années précédentes. Les courbes relevées régulièrement au magnétographe sont dépouillées pour toutes les heures du jour, et les repères sont vérifiés chaque semaine par des mesures absolues effectuées sur le pilier du jardin. On vérifie de même, par de fréquentes graduations, la sensibilité des trois appareils de variations.

» Les valeurs absolues des éléments magnétiques au 1er janvier 1892 sont déduites de la moyenne de toutes les observations horaires obtenues pendant les journées du 31 décembre 1891 et du 1er janvier 1892, et rapportées à des mesures absolues effectuées les 27, 29, 31 décembre 1891 et 2 janvier 1892. La variation séculaire des divers éléments en 1891 a été calculée par comparaison entre les valeurs suivantes et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1891 (1) :

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1892.	Variation séculaire en 1891.
Déclinaison	15°30′,7	— 5′,2
Inclinaison	65° 9′,0	— 1′,6
Composante horizontale	0,19580	+ 0,00026
Composante verticale	0,42278	+ 0,00006
Force totale	0,46592	+ 0,00016

» L'Observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0°9′23″ de longitude est et 48°48′34″ de latitude nord.

» *Perpignan*. — L'Observatoire météorologique et magnétique de Perpignan, dirigé par M. le Dr Fines, est situé par 0°32′45″ de longitude est et 42°42′8″ de latitude nord. Les observations magnétiques y sont faites au moyen d'instruments semblables à ceux de l'Observatoire du Parc Saint-Maur et calculées d'après les mêmes méthodes.

» Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1892, déduites

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 37; 1891.

des vingt-quatre observations horaires relevées au magnétographe et rapportées aux mesures absolues, faites par M. Cœurdevache, les 29, 30 et 31 décembre 1891, sont les suivantes :

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1892.	Variation séculaire en 1890.
Déclinaison.............	14° 18′,8	— 5′,3
Inclinaison.........	60° 15′,1	— 1′,1
Composante horizontale...	0,22248	+ 0,00006
Composante verticale.....	0,38930	— 0,00017
Force totale............	0,44839	— 0,00011

HYDROGRAPHIE. — *Sur les sondages du lac du Bourget et de quelques autres lacs des Alpes et du Jura.* Note de M. **A. Delebecque**, présentée par M. Daubrée.

« Après le Léman et le lac d'Annecy, dont j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie (¹), j'ai sondé, en 1891, avec la collaboration de MM. E. Garcin et J. Magnin, quelques-uns des lacs les plus importants des Alpes et du Jura, savoir : les lacs du Bourget, d'Aiguebelette (Savoie), de Paladru (Isère), de Nantua, de Sylans, Genin (Ain), de Saint-Point, de Remoray, des Brenets (Doubs). Les cartes de ces lacs seront publiées prochainement.

» Le lac du Bourget (altitude à l'étiage $231^{m},50$, surface $44^{kmq},62$, cube 3620000000^{mc}), le plus important des lacs français après le Léman, forme dans son ensemble un bassin dont la longueur est de 18^{km}, la largeur maximum de 3^{km}, la profondeur maximum de $145^{m}.4$. Ce bassin est assez régulier; on y rencontre, au fond de la baie de Grésine, un petit bassin fermé et deux petits monticules, probablement d'origine morainique. Le Sierroz, affluent du lac, tend à le couper en deux par son delta torrentiel. Déjà même ses apports ont formé une barre rudimentaire qui sépare, du côté sud, un bassin dont la profondeur ($109^{m},80$) est de $0^{m},80$ seulement supérieure à celle qu'on trouve sur la barre. Il faut remarquer la belle paroi rocheuse, inclinée de 60°, longue de 5^{km}, qui prolonge la montagne du Chat jusqu'à une profondeur de 100^{m}. Une particularité du lac du Bourget consiste en ce que le canal de Savières, qui sert d'émissaire au lac, joue pendant environ 60 jours par an le rôle d'affluent et lui apporte les eaux du Rhône avec une énorme quantité d'alluvion.

» Les autres lacs sont beaucoup plus petits; le plus considérable est le lac d'Aiguebelette, qui a une surface de $5^{kmq},43$ et une profondeur de $71^{m},1$. Il renferme six bas-

(¹) *Comptes rendus,* t. CXI, p. 1000, et t. CXII, p. 67 et 896.

sins, deux monticules immergés et deux îles. Le lac de Paladru (profondeur $35^m,9$) a quatre bassins et six monticules; le lac de Saint-Point (profondeur $40^m,3$) ne compte pas moins de huit bassins. La plupart de ces accidents paraissent être d'origine morainique. Au lac de Paladru, certains d'entre eux sont dus à des éboulements. Les lacs de Nantua ($42^m,9$), de Sylans ($22^m,2$), de Genin ($16^m,6$), de Remoray ($27^m,6$), des Brenets ($31^m,5$) ont une forme beaucoup moins compliquée. Le lac des Brenets a, en plus de son écoulement normal, un écoulement souterrain.

» Je me suis servi, pour les sondages de ces petits lacs, de l'appareil très commode et très portatif de M. Belloc, décrit dans les *Comptes rendus* [1].

» J'ai fait aussi, dans ces lacs, de nombreux sondages thermométriques. La forme et l'orientation des lacs paraissent jouer un rôle important dans la distribution verticale des températures. Toutes choses égales d'ailleurs, les lacs longs, dirigés dans le sens des vents dominants, ont, en été, leurs couches profondes notablement plus chaudes que les autres, parce que les courants, engendrés par les vents, y mélangent plus facilement les eaux chaudes de la surface avec les eaux froides du fond. Ainsi, au lac de Saint-Point, long, étroit et dirigé du sud-ouest au nord-est, on trouvait, le 20 septembre, à 10^m de profondeur, une température de 12°; au lac de Remoray, situé dans le voisinage et à la même altitude, de profondeur moyenne plus faible, mais de forme elliptique et de surface plus petite, on ne trouvait que 8° à la même profondeur. Au fond du premier lac, à 40^m, on avait 6°,4; au fond du second, à 27^m, 4°,8. »

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 janvier 1891.

Les machines électriques à influence. — Exposé complet de leur histoire et de leur théorie, par John Gray. Paris, Gauthier-Villars, 1892; in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Annales de Chimie et de Physique. Sixième série, janvier 1892, t. XXV. Paris, Masson, 1891; in-8°.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1204.

Rapport sur les travaux des Conseils d'hygiène publique et de salubrité du département de la Sarthe pendant les années 1888, 1889 *et* 1890, par M. A. Brulé. Le Mans, A. Drouin, 1891; in-8°.

Revue maritime et coloniale, tome CXI, 363e livraison. Paris, Baudoin; in-8°.

Statistique sanitaire des villes de France, 6e année, août et septembre 1891. Melun, 1891; in-8°.

Annalen der physikalischen Central-Observatoriums, herausgegeben von H. Wild; Theil I: *Meteorologische und magnetische Beobachtungen von Stationen I. Ordnung und ausserordentliche Beobachtungen von Stationen* 2. *und* 3. *Ordnung*. St-Pétersbourg, 1891; in-4°.

Atti della Accademia pontoniana, vol. XXI. Napoli, 8. Turchheim, 1891; in-4°.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo, tomo V, anno 1891, fasc. VI, novembre-décembre; in-8°.

The official Gazette of the United States patent Office, containing the patents, trade-marks, designs and tabels issued tuesday, december 22, 1891. Washington, 1891; in-4°.

Memorias de la real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid, tomo XV. — *Estudios preliminares sobre los moluscos terrestres y marinos de España, Portugal y las Baleares*. Madrid, don Luis Aguado, 1890-1891; in-4°.

Bulletin de la Société ouralienne d'amateurs des Sciences naturelles, t. XII, livr. 2 et dernière, 1890-1891; gr. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 11 JANVIER 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Bouquet de la Grye, en présentant à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de « Paris port de mer », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Volume traitant de la possibilité de faire remonter les navires à Paris et aussi de la nécessité d'y créer une place maritime de premier ordre.

» Ce sujet a occupé autrefois notre Compagnie, et les plus illustres de ses Membres ont, sous la Restauration, écrit des Mémoires pour montrer la facilité d'une telle entreprise. Notre génération ayant vu naître et développer l'application de la vapeur à la propulsion des navires, au remorquage de la batellerie et à la traction des wagons, des conditions nouvelles imposent des modifications aux propositions antérieures.

» J'ai dû discuter l'utilité de la création d'un port intérieur, en partant des prix moyens du transport des marchandises par les différents modes, et déterminer quel était la somme maximum qui pouvait être consacrée à une telle œuvre, pour que l'opération soit avantageuse au point de vue des intérêts du commerce.

» La largeur et la profondeur du canal maritime ont été étudiées, ainsi que les rayons minima de courbure du tracé, en partant de considérations théoriques et en les appuyant par des faits.

» Dans un autre ordre d'idées, j'ai abordé la question générale de la possibilité commerciale d'un port, c'est-à-dire de la détermination des limites de la région qu'il peut desservir économiquement, et montré qu'il y avait un véritable danger pour notre pays à ne pas entrer, comme le font nos voisins, dans la voie de la création de canaux maritimes de pénétration. Nous avons, en effet, perdu, par notre faute, une bonne partie du commerce transatlantique de l'est de la France.

» L'exposé de la question de Paris port de mer commence par un résumé des projets présentés depuis un siècle; j'ai montré que celui qui me paraît devoir s'imposer à l'heure actuelle procède, en réalité, des idées émises par M. Belgrand, dont je n'ai eu connaissance que dernièrement, par l'analyse qui en a été faite au Conseil des Ponts et Chaussées. Le projet lui-même de ce savant ingénieur, approprié à l'état du port de Rouen en 1855, paraît avoir disparu en 1871 dans l'incendie de l'Hôtel de Ville.

» La discussion de toutes les propositions antérieures et leur élimination successive ont été rendues faciles, en se référant aux principes développés sur les conditions économiques d'une telle œuvre.

» Le chapitre qui traite du trafic du port futur de Paris est dû à M. Férot, ancien chef de l'exploitation commerciale du chemin de fer de l'Ouest; celui qui est relatif aux bénéfices qu'en peut retirer la défense du pays est emprunté à une Note du colonel du Génie M. Foury.

» Dans la dernière partie du Volume, j'ai exposé les critiques auxquelles avait donné lieu le projet, les réponses qui y ont été faites, et les résultats de l'enquête poursuivie dans tout le pays.

» La publication de ce Volume m'a semblé utile, au moment où la lutte sur le terrain des intérêts commerciaux prend une vivacité exceptionnelle, et j'ai cru devoir appeler l'attention sur des idées émises depuis longtemps dans notre pays, et utilisées tout d'abord par des concurrents étrangers. »

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance et les faibles déformations des ressorts en hélice*; par M. **H. Resal**.

« 1. Une pièce de cette nature est engendrée par un profil plan invariable qui se déplace normalement à une hélice que son centre de gravité est assujetti à décrire, et de telle manière que l'un des axes principaux d'inertie du profil coïncide constamment avec la normale principale de l'hélice. Dans les applications le profil est, ou circulaire (*ressort à boudin*), ou rectangulaire, la plus petite médiane coïncidant avec la normale principale.

» Nous rappellerons d'abord quelques formules relatives aux lignes à double courbure.

» Soient

A_0 un point déterminé d'une ligne;
m un quelconque de ses points dont les coordonnées sont x, y, z;
s l'arc A_0m;
$a = \frac{dx}{ds}$, $b = \frac{dy}{ds}$, $c = \frac{dz}{ds}$ les cosinus des angles formés par la tangente en m avec Ox, Oy, Oz;
a'', b'', c'' les cosinus des angles formés par la binormale en m avec Ox, Oy, Oz;
ρ, τ les rayons de courbure et de cambrure en m.

On a

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{c} \frac{da''}{ds} = \frac{\rho}{\tau}\frac{da}{ds}, \qquad \frac{db''}{ds} = \frac{\rho}{\tau}\frac{db}{ds}, \qquad \frac{dc''}{ds} + \frac{\rho}{\tau}\frac{dc}{ds}, \\ \frac{da^2}{ds^2} + \frac{db^2}{ds^2} + \frac{dc^2}{ds^2} = \frac{1}{\rho^2}, \\ a^2 + b^2 + c^2 = 1, \\ a''^2 + b''^2 + c''^2 = 1. \end{array}\right.$$

» 2. *Petites déformations de la ligne.* — Supposons que, le point A_0 restant fixe, on fasse varier la courbure et la cambrure de quantités, fonctions de s, assez petites pour qu'on puisse en négliger le carré. Nous emploierons la caractéristique δ pour désigner les variations éprouvées par les diffé-

rents éléments de la ligne. Nous aurons

$$(1')\quad \begin{cases} \dfrac{d\,\delta a''}{ds} = \dfrac{\rho}{\tau}\dfrac{d\,\delta a}{ds} + \dfrac{da}{ds}\,\delta\dfrac{\rho}{\tau}, \qquad \dfrac{d\,\delta b''}{ds} = \ldots, \qquad \dfrac{d\,\delta c''}{ds} = \ldots, \\ \dfrac{da}{ds}\dfrac{d\,\delta a}{ds} + \ldots = \dfrac{1}{\rho}\,\delta\,\dfrac{1}{\rho}, \\ a\,\delta a + b\,\delta b + c\,\delta c = 0, \\ a''\delta a'' + b''\delta b'' + c''\delta c'' = 0; \end{cases}$$

$$(2)\qquad \delta x = \int \delta a\, ds, \qquad \delta y = \ldots, \qquad \delta z = \ldots,$$

$$(3)\qquad \delta\,\frac{\rho}{\tau} = \rho\left[\delta\,\frac{1}{\tau} - \frac{\rho}{\tau}\,\delta\,\frac{1}{\rho}\right].$$

» 3. *Application à l'hélice.* — Soient

Oz, R l'axe et le rayon du cylindre sur lequel l'hélice est tracée ;
xOz le plan méridien passant par A_0, par lequel passe aussi Ox ;
θ l'angle formé par le plan mOz avec le plan xOz ;
i l'inclinaison de la tangente à l'hélice sur le plan xOy.

» Nous supposerons que la tangente et le plan osculateur en A_0 n'ont pas varié ou que, pour $\theta = 0$, on a

$$\delta a = \ldots = 0, \qquad \delta a'' = \ldots = 0.$$

» Nous avons d'abord

$$(4)\quad \begin{cases} \rho = \dfrac{R}{\cos^2 i}, & \dfrac{\rho}{\tau} = \tang i, & ds = \dfrac{R}{\cos i}\,d\theta, \\ a = -\sin\theta\cos i, & b = \cos\theta\cos i, & c = \sin i, \\ a'' = -\sin\theta\sin i, & b'' = \cos\theta\sin i, & c'' = -\cos i. \end{cases}$$

Les trois premières des équations (1') nous donnent

$$d\,\delta a'' = \tang i\, d\,\delta a - \cos i\cos\theta\,\delta\,\frac{\rho}{\tau}\,d\theta, \qquad d\,\delta b'' = \tang i\, d\,\delta b - \cos i\sin\theta\,\delta\,\frac{\rho}{\tau}\,d\theta,$$
$$\delta c'' = \tang i\, d\,\delta c.$$

Si nous posons

$$(5)\quad \begin{cases} \cos i \displaystyle\int_0^\theta \cos\theta\,\delta\,\frac{\rho}{\tau}\,d\theta = f_1 \tang i, \\ \cos i \displaystyle\int_0^\theta \sin\theta\,\delta\,\frac{\rho}{\tau}\,d\theta = f_2 \tang i, \end{cases}$$

nous aurons

$$\delta a'' = \operatorname{tang} i(\delta a - f_1), \qquad \delta b'' = \operatorname{tang} i(\delta b - f_2), \qquad \delta c'' = \operatorname{tang} i\, \delta c.$$

» La dernière des équations (1′) devient

$$\sin\theta\, \delta a'' - \cos\theta\, \delta b'' + \cot i\, \delta c'' = 0,$$

et, en y portant les valeurs précédentes, on trouve

$$(6) \qquad \sin\theta\, \delta a - \cos\theta\, \delta b + \cot i\, \delta c = f_1 \sin\theta - f_2 \cos\theta.$$

L'avant-dernière des équations (1′) donne

$$(7) \qquad -\sin\theta\, \delta a + \cos\theta\, \delta b + \operatorname{tang} i\, \delta c = 0.$$

Si l'on élimine δc entre les équations (6) et (7), on trouve

$$(8) \qquad \sin\theta\, \delta a - \cos\theta\, \delta b = \mathrm{F},$$

en posant

$$(9) \qquad (f_1 \sin\theta - f_2 \cos\theta) \sin^2 i = \mathrm{F}.$$

La quatrième des équations (1′) devient

$$(10) \qquad \cos\theta \frac{d\,\delta a}{d\theta} + \sin\theta \frac{d\,\delta b}{d\theta} = \mathrm{G},$$

en posant encore

$$(11) \qquad -\frac{\mathrm{R}}{\cos i}\, \delta \frac{1}{\rho} = \mathrm{G}.$$

L'équation (8), mise sous la forme

$$\frac{d \cos\theta}{d\theta} \delta a + \frac{d \cos\theta}{d\theta} \delta b = -\mathrm{F},$$

et ajoutée à l'équation (10), donne

$$\frac{d}{d\theta}(\cos\theta\, \delta a + \sin\theta\, \delta b) = \mathrm{G} - \mathrm{F},$$

d'où, en se rappelant que $\delta a = 0$ pour $\theta = 0$,

$$(12) \qquad \cos\theta\, \delta a + \sin\theta\, \delta b = \int_0^\theta (\mathrm{G} - \mathrm{F})\, d\theta.$$

» On déduit des équations (8) et (12)

$$\delta a = \cos\theta \int_0^\theta (G - F)\, d\theta + F \sin\theta, \qquad \delta b = \sin\theta \int_0^\theta (G - F)\, d\theta - F \cos\theta.$$

En portant ces valeurs dans l'équation (7), on trouve

$$\delta c = F \cot i,$$

et l'on a

$$\delta x = \frac{R}{\cos i}\left[\int_0^\theta \cos\theta \int_0^\theta (G - F)\, d\theta + \int_0^\theta F \sin\theta\, d\theta\right],$$

$$\delta y = \frac{R}{\cos i}\left[\int_0^\theta \sin\theta \int_0^\theta (G - F)\, d\theta - \int_0^\theta F \cos\theta\, d\theta\right],$$

$$\delta z = \frac{R}{\sin i}\int_0^\theta F\, d\theta.$$

» Supposons que

$$\delta\frac{\rho}{\tau} = A + B\cos(\theta - \varepsilon),$$

A, B, ε désignant trois constantes; nous avons

$$(13)\quad \delta z = \frac{R\cos^3 i}{\sin i}\left\{\left[A - \frac{B}{2}\cos(\theta - \varepsilon)\right]\theta - A\sin\theta + \frac{B}{2}\left[(1 - \cos\theta)\sin\varepsilon + \sin(\theta - \varepsilon)\right]\right\}.$$

» 4. *Variations des deux courbures d'un ressort.* — Soient

A_1 l'extrémité libre du ressort pour laquelle $\theta = \theta_1$, $x = x_1$, $y = y_1$, $z = z_1$;

$m\xi$, mu, mv les directions de la tangente, de la normale principale et de la binormale au point m de l'hélice;

I_ξ, I_u, I_v les moments d'inertie de la section normale en m par rapport à $m\xi$, mu, mv;

$\mathfrak{M}_\xi$, $\mathfrak{M}_u$, $\mathfrak{M}_v$ les composantes suivant $m\xi$, mu, mv du moment $\mathfrak{M}$ par rapport à m des forces qui sollicitent mA_1;

φ l'angle compris sous $\overline{mv}$ et l'axe du plan osculateur de la fibre moyenne déformée;

E, μ les coefficients d'élasticité et de glissement dont le rapport est $\frac{5}{4}$ pour les corps isotropes;

Γ la plus grande traction ou compression qu'on veut faire supporter à la matière;

u la plus grande ordonnée du périmètre de la section par rapport à $\overline{mv}$;

r le rayon vecteur maximum de ce périmètre.

» Les conditions de résistance sont

$$(14)\qquad \frac{u}{I_v}\,\text{maxim.}\,\mathfrak{M}_v = \Gamma, \qquad \frac{r}{I_\xi}\,\text{maxim.}\,\mathfrak{M}_\xi = \frac{4}{5}\Gamma.$$

» Nous avons ensuite [1].

$$(15)\quad \begin{cases} \delta\dfrac{1}{\rho} = \dfrac{\mathfrak{M}_v}{EI_v}, \quad \dfrac{d\varphi}{ds} = \dfrac{1}{EI_u \cos i}\dfrac{d\mathfrak{M}_u}{d\theta}, \quad \delta\dfrac{1}{\tau} = \dfrac{\mathfrak{M}_\xi}{\mu I_\xi} - \dfrac{1}{EI_u\cos i}\dfrac{d\mathfrak{M}_u}{d\theta}, \\ \delta\dfrac{\rho}{\tau} = \dfrac{R}{\cos^2 i}\left(\dfrac{\mathfrak{M}_\xi}{\mu I_\xi} - \dfrac{1}{EI_u\cos i}\dfrac{d\mathfrak{M}_u}{d\theta} - \dfrac{\mathfrak{M}_v \operatorname{tang} i}{EI_v}\right). \end{cases}$$

L'angle i est généralement compris entre 10° et 12°.

» Dans une prochaine Communication, nous ferons quelques applications des formules que nous venons d'établir. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'oxydation spontanée de l'acide humique et de la terre végétale;* Note de MM. **Berthelot** et **G. André**.

« Ayant préparé en quantité assez considérable l'acide humique par l'action de l'acide chlorhydrique, soit sur le sucre, soit sur l'amidon, dans le cours des expériences que nous avons rapportées précédemment à l'Académie, nous avons observé que les échantillons conservés dans des flacons de verre blanc perdaient leur teinte noire du côté exposé à la lumière, même diffuse. La matière prend une teinte jaune, surtout accusée sur les points où elle se trouve en couche mince. La quantité de matière ainsi altérée est faible, les parties attaquées absorbant, comme toujours, les radiations lumineuses actives, et protégeant les parties sous-jacentes contre une action ultérieure de la lumière. Nous avons fait, sur cette oxydation spontanée de l'acide humique, des expériences qui ne sont pas sans intérêt, en raison de leur application à la terre végétale.

» En effet, il suffit de placer quelques grammes d'acide humique humecté, répartis à la surface d'un grand flacon, et de les exposer à la lumière solaire, pour voir se développer en peu d'heures une dose notable d'acide carbonique, en même temps que la matière commence à jaunir. Il se forme aussi un produit soluble, mais en faible proportion. Si l'on élimine le gaz par déplacement, on peut reproduire l'action, et nous l'avons

---

[1] Voir notre *Traité de Mécanique générale*, t. V, p. 18 et 30.

ainsi répétée à plusieurs reprises, toujours avec formation d'acide carbonique; mais sans réussir à la pousser jusqu'au bout. Cette oxydation ne s'étend pas à l'azote de l'air, aucune trace d'acide azotique n'ayant pu être constatée; contrairement à ce que l'un de nous a observé dans l'oxydation de l'éther.

» La même expérience réussit avec l'acide brun que l'on obtient, en traitant la terre végétale à froid par une solution étendue de potasse et précipitant, à l'aide d'un acide, la liqueur filtrée. Cet acide brun renferme un peu d'azote; mais il est analogue, en somme, à l'acide humique précédent. Il absorbe de même l'oxygène libre sous l'influence de la lumière de l'air, en formant de l'acide carbonique et une matière jaune. Seulement l'action est plus lente : probablement parce que le produit a déjà éprouvé un commencement d'oxydation, pendant sa préparation, sous les influences simultanées de l'air et de la potasse.

» Quoi qu'il en soit, il donne lieu à la même réaction essentielle que l'acide humique artificiel, en présence de l'oxygène et avec le concours de la lumière.

» On voit par ces observations que les matières brunes constitutives de la terre végétale et leurs analogues ont la propriété de s'oxyder directement, en fournissant de l'acide carbonique et en tendant à se décolorer sous l'influence de l'air et de la lumière solaire.

» Ce sont là des réactions purement chimiques, accomplies en dehors de l'influence des microbes, auxquels on a souvent attribué d'une façon exclusive la formation de l'acide carbonique aux dépens de la terre végétale. Quoique le fait même de cette influence ne puisse être révoqué en doute, on voit qu'elle n'est pas indispensable; car ici nous opérons sur des produits préparés ou extraits au moyen des acides ou des alcalis, et dans lesquels on ne saurait soupçonner la présence des êtres vivants de la terre.

» Les matières humiques peuvent donc et doivent même s'oxyder directement, toutes les fois qu'elles subissent les actions simultanées de l'oxygène et de la lumière et ces actions sont rendues plus intenses, en raison des façons données au sol par la culture, de sa division et de son ameublissement à l'aide de la bêche et de la charrue. Ces oxydations paraissent de nature à rendre les matières humiques plus aptes à être assimilées par la végétation à laquelle elles concourent. Mais aussi les mêmes actions tendent à déterminer la destruction plus rapide des principes organiques de la terre végétale, soit sous l'influence de la végétation

elle-même, soit avec le concours des microbes, qui est incontestable, soit, par voie purement chimique, lorsque la terre est simplement exposée à la lumière. Il est facile, en effet, de constater l'appauvrissement du sol dans les surfaces nues exposées à la lumière, lesquelles se décolorent, émettent de l'acide carbonique et donnent lieu à la formation de composés solubles, susceptibles d'être entraînés par les eaux météoriques, dans les champs livrés à la culture, aussi bien que dans les flacons de nos laboratoires. Cette élimination progressive des matières humiques du sol explique la nécessité de leur régénération incessante, tant par la décomposition des plantes mortes, que par l'addition du fumier. L'ensemble du sol arable se comporte ainsi comme un être vivant, soumis à une destruction et à un renouvellement perpétuels. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Quelques observations nouvelles sur le dosage du soufre dans la terre végétale, et sur la nature des composés qu'il constitue;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« 1. En poursuivant nos recherches sur la formation des composés sulfurés dans les plantes, recherche dont l'ensemble paraîtra prochainement aux *Annales de Chimie*, nous avons fait sur les relations entre le soufre et la terre végétale quelques observations utiles à signaler, tant au point de vue analytique pur, qu'à celui de la constitution des principes sulfurés naturels.

» Le soufre, en effet, existe d'une façon constante dans la composition de la terre végétale, aussi bien que dans celle des végétaux; et cela à l'état de principes organiques spéciaux, dont la dose l'emporte souvent de beaucoup sur celles des sulfates également renfermés dans la terre.

» C'est ce que nous avons mis en évidence par des travaux antérieurs, où nous avons dosé dans 1^{kg} d'une certaine terre [1] :

Soufre total	1,41
Soufre des sulfates	0,18

» Le soufre organique dans cette terre était sept fois aussi considérable que le soufre minéral.

[1] *Annales de Chimie*, 6e série, t. XV, p. 124.

» Ces doses, tant absolues que relatives, varient, comme on pouvait le prévoir, d'une terre à l'autre, en raison de la présence du sulfate de chaux.

» Dans des essais récents, exécutés sur le sol même au sein duquel nous cultivions les plantes destinées à nos dosages, nous avons trouvé, toujours pour 1^{kg} de terre sèche :

Soufre total	0^{gr},372
Soufre des sulfates	0^{gr},169

» Le rapport entre le soufre organique et le soufre minéral est ici voisin de l'unité.

» Les composés organiques sulfurés que la terre renferme sont fort stables, et le soufre ne saurait y être dosé à moins d'une destruction totale. En effet, le chlore gazeux agissant sur la terre en présence de la potasse (au $\frac{1}{10}$) a fourni, à froid : soufre des sulfates, 0^{gr},178; c'est-à-dire à peine au delà des sulfates préexistants. Même en opérant à chaud, on a trouvé seulement : 0^{gr},258; un tiers du soufre total ayant résisté à l'oxydation dans ces conditions.

» Les composés sulfurés dont il s'agit sont d'ailleurs solubles presque en totalité dans la potasse étendue et bouillante. Car on a obtenu ainsi :

Soufre dans la partie soluble	0^{gr},357
Soufre dans la partie insoluble	0^{gr},023
	0^{gr},380

» Le nombre 0,380 ne s'écarte pas sensiblement du chiffre 0,372 indiqué plus haut.

» Remarquons encore que l'action de la potasse étendue (au $\frac{1}{10}$) soit à froid, soit à chaud, paraît incapable de décomposer entièrement le sulfate de chaux. En effet, la liqueur, filtrée après cette réaction, a fourni seulement :

Soufre des sulfates, après potasse, à froid	0^{gr},114
» à chaud	0^{gr},139

tandis que le soufre total des sulfates (extraits par l'acide chlorhydrique étendu) s'élevait à 0^{gr},169.

» Un des points les plus intéressants, dans cette recherche, c'est la détermination des rapports entre le carbone organique, l'azote et le soufre organiques, tant dans la terre que dans les végétaux.

» Dans l'analyse de la terre qui fait l'objet de notre étude présente, nous avons trouvé pour 1^{kg} (sec) :

Soufre organique	0,372 — 0,169 = 0^{gr},203.
Azote organique		2^{gr},356.

» Le rapport pondéral de ces deux éléments est celui de 1 : 12 environ; soit 8,7 centièmes.

» C'est l'une des terres les plus pauvres en soufre organique que nous ayons observées. Dans une autre, en effet, nous avons trouvé :

Soufre total	1^{gr},17
dont Soufre organique	0^{gr},61
Azote	1^{gr},67

Rapport : 36,5 centièmes [1].

» Cette terre était quatre fois plus riche en soufre organique que la précédente. Ajoutons, pour achever de la caractériser, qu'elle contenait 19^{gr},1 de carbone organique.

» Ces chiffres ont de l'importance, si on les compare avec la composition des principes albuminoïdes et avec celle des matières animales, d'une façon plus générale.

» En effet, les principes albuminoïdes renferment pour la plupart du soufre, en même temps que de l'azote. La proportion relative entre les poids de ces deux éléments est de 10 à 11 centièmes du poids de l'azote, par exemple dans l'albumine et la fibrine; elle s'élève à 20 centièmes dans les matières cornées. Dans l'ensemble des organismes animaux analysés autrefois par Bidder et Schmidt, le rapport pondéral entre le soufre et l'azote était de 7 centièmes. Or le nombre relatif observé avec la première des terres citées plus haut (8,7 centièmes) serait du même ordre de grandeur; tandis que la seconde terre est relativement bien plus riche en soufre organique (36,5 centièmes).

» Mais ce mode de comparaison ne donne pas une idée suffisante de la question. En effet, dans les terres végétales le rapport pondéral du carbone organique à l'azote est absolument différent de celui des principes albuminoïdes et des organismes animaux.

» C'est ce qu'il est facile de comprendre, les débris végétaux, qui for-

(1) Dans ces comparaisons, il s'agit de terres n'ayant pas reçu d'engrais depuis quelque temps et exemptes surtout d'engrais sulfatés.

ment la masse principale de la matière organique du sol étant bien plus pauvres en azote que les débris animaux : il en résulte que le rapport pondéral de l'azote au carbone organique est beaucoup plus faible. Pour préciser, la dernière des terres précédentes renfermant $19^{gr},1$ de carbone pur, 1,69 d'azote, le rapport en poids de l'azote au carbone était 1 : 11,6; c'est-à-dire quatre fois aussi faible que dans les principes albuminoïdes. Si l'on oppose à ce rapport celui du soufre à l'azote, on remarquera que dans la terre où le rapport pondéral du soufre à l'azote est représenté par 8,6 centièmes, le soufre pourrait, à la rigueur, être contenu tout entier sous forme de principes albuminoïdes, ou de leurs dérivés immédiats; tandis que, dans une terre où le rapport du soufre organique à l'azote monte à 36,5 centièmes, il s'agit évidemment de principes organiques sulfurés d'un caractère différent. Ce sont là des données d'une grande importance, aussi bien pour les théories de Physiologie végétale que pour les pratiques d'Agriculture. »

BOTANIQUE. — *Contribution nouvelle à l'histoire chimique de la Truffe. — Parallèle entre les Terfâs ou Kamés d'Afrique et d'Asie et les Truffes d'Europe, sous le rapport de la composition chimique des terres et des tubercules;* par **M. A. Chatin.**

« J'ai fait connaître, dans une précédente Communication (¹), la composition chimique des deux principales espèces de Truffes de France, la Truffe de Périgord (*Tuber melanosporum* Witt.) et la Truffe de Bourgogne-Champagne [*Tuber uncinatum* Ch. (²)], ainsi que celle de la terre des truffières correspondantes. Je viens aujourd'hui étendre ces premières recherches aux Truffes de l'Afrique du Nord et de l'Asie occidentale, Truffes désignées dans la première de ces régions sous le nom de *Terfâs*, dans la seconde sous celui de *Kamés*.

» Tous les Terfâs ou Kamés actuellement connus appartiennent au genre *Terfezia*, à l'exception d'un, le *Tirmania africana*. Plusieurs d'entre

(¹) *Comptes rendus*, t. CX, p. 376 et 435.

(²) L'aire de dispersion du *Tuber uncinatum* s'étend chaque jour davantage. J'ai reçu cette Truffe de Verdun, du Puy-de-Dôme, d'Italie. Elle est, d'ailleurs, associée à la Truffe de Périgord, partout où croît celle-ci. Méconnue jusqu'à mes recherches, elle était prise pour le *Tuber mesentericum*, ou même pour le *Tuber æstivum*.

eux (*Terfezia Claveryi*, *T. Boudieri* et *T. Leonis* se récoltent à la fois en Afrique et en Algérie, en attendant qu'on les y trouve tous; les déserts que sépare aujourd'hui la mer Rouge étant sans doute leur patrie commune.

» Si quelques-unes des analyses que je vais faire connaître sont incomplètes, c'est que je n'ai pas eu toujours les matériaux de recherches en quantité suffisante.

» Quand, ce qui est arrivé trop rarement, j'ai pu avoir des terres de *terfâsières*, leur examen chimique a été fait parallèlement à celui des tubercules.

» Les Terfâs et Kamés analysés provenaient, les premiers, de Barika, dans le Hodna, et de Biskra; les seconds, de Damas et de Bagdad.

TERFAS DE BARIKA (*Terfezia Boudieri* Ch.).

A. — *Terre des terfâsières.*

» C'est un limon pulvérulent de teinte ocracée, mélangé de nombreux petits fragments de carbonate de chaux. Elle fait une vive effervescence par les acides. Sa composition est la suivante :

Azote	0,140
Acide phosphorique	0,151
Iode	forts indices
Chaux	10,420
Potasse	0,295
Sesquioxyde de fer	3,019
Bioxyde de manganèse	0,019

B. — *Tubercules.*

» Leur substance sèche a donné :

Azote	3,570
Matières organiques et volatiles	68,980
Cendres (1)	27,450
	100,000

(1) Le poids des cendres est fortement majoré par de la terre engagée dans les anfractuosités des tubercules.

» Les cendres sont formées de :

Acide phosphorique (¹)	5,390
Acide sulfurique	3,360
Chlore	0,210
Iode	forts indices
Chaux	6,560
Magnésie	2,620
Potasse (¹)	3,930
Soude	0,670
Sesquioxyde de fer	1,600
Bioxyde de manganèse (²)	0,005
Silice, etc.	79,925
	100,000

TERFAS DE BISKRA (*Tirmania africana* Ch.).

A. — *Terre des terfâsières.*

» Elles contenaient :

Azote	0,145
Acide phosphorique	0,170
Iode	forts indices
Chaux	4,240
Potasse	0,264
Sesquioxyde de fer	1,077
Bioxyde de manganèse	0,020

B. — *Tubercules* (³).

» La matière sèche se compose de :

Azote	3,960
Matières organiques et volatiles	85,740
Cendres (⁴)	10,300
	100,000

(¹) La proportion de cet acide est abaissée, comme celle de la potasse, par la terre en mélange.

(²) Le manganèse, que, dans mes analyses, je ne faisais qu'indiquer, est dosé, en proportions les plus minimes, par M. Müntz.

(³) Ces tubercules, généralement très gros, sont toujours coupés en quartiers par les Arabes pour les faire sécher; leur couleur reste blanche, tandis que celle des autres Terfâs brunit par la dessiccation.

(⁴) Ce poids est majoré par un peu de terre adhérente aux tubercules.

» Les cendres sont formées de :

Acide phosphorique	12,330
Acide sulfurique	3,660
Chlore	0,280
Iode	fortes traces
Chaux	3,200
Magnésie [1]	2,620
Potasse	9,800
Soude	2,810
Sesquioxyde de fer	3,590
Bioxyde de manganèse	0,005
Silice, etc.	61,705
	100,000

KAMÉ DE DAMAS (*Terfezia Claveryi* Ch.).

» Les tubercules, non accompagnés de leur terre, sont arrivés à l'état de fraîcheur [2]. Ils se composaient de :

Azote	0,49
Matières organiques et volatiles	11,80
Eau	86,10
Cendres	1,61
	100,00

» Ce Kamé de Damas, le seul qui me soit arrivé à l'état de fraîcheur, grâce aux précautions prises par M. le consul Guillois, indique ce qu'on prévoyait, d'après leur contexture moins ferme que celle de nos Truffes, que, dans les Kamés ou Terfâs, la proportion de l'eau est d'environ 85 centièmes au lieu de 75 centièmes comme chez les Truffes, soit à peu près 10 centièmes en plus.

» L'azote, dans la matière sèche, calculé sur celui du Kamé frais, est de 3,43.

Composition centésimale des cendres.

Acide phosphorique	13,40
» sulfurique	4,50
Chlore	0,25
Iode	fortes traces
Potasse	8,18
Soude	1,70
Chaux	19,10
Magnésie	2,39
Sesquioxyde de fer	5,65
Bioxyde de manganèse	0,04
Silice, etc.	55,21
	100,00

(1) La proportion de la magnésie est très forte par rapport à celle de la chaux.

(2) Les Kamés de Damas, ainsi que les Terfâs de Barika et de Biskra, ont été analysés dans le laboratoire de M. le professeur Müntz et sous son obligeante direction.

» La proportion de la chaux est exceptionnelle, et sans doute accidentelle. Celle de l'acide phosphorique, plus élevée que dans les Terfâs de Barika et de Biskra, tend à se rapprocher du dosage de cet acide dans les vraies Truffes. Elle est, cependant, encore inférieure à ce que j'ai trouvé dans les Kamés de Bagdad et de Smyrne dont il va être question.

Terre et Kamé de Bagdad (Terfezia Hafizi *Ch.*).

» A. *Terre.* — C'est un limon extrêmement fin, détaché par de longs lavages des Kamés arrivés à l'état sec; de couleur ocracée, elle fait une vive effervescence avec les acides (¹).

» La composition centésimale est de :

Azote	0,16
Matières organiques	8,60
Acide phosphorique	0,20
Acide sulfurique	2,50
Chlore	0,21
Iode	forts indices
Chaux	7,50
Magnésie	0,40
Potasse	0,35
Soude	0,08
Sesquioxyde de fer	2,90
Bioxyde de manganèse	forts indices
Silice, etc	75,60
	100,00

B. *Tubercules* (²).

» Leur composition, pour 100 de matière sèche, est de :

Azote	3,80
Matières organiques et volatiles	87,70
Cendres	8,50
	100,00

(¹) J'ai toujours constaté, dans les Truffes comme chez les Terfâs, qu'une mince couche de terre adhère aux tubercules, cette terre étant et plus humide et plus ténue et plus chargée de matières organiques (excrétions?) que le reste du sol. Gueymard avait aussi remarqué et analysé cette fine terre adhérente, dans laquelle il constata une diminution du carbonate de chaux.

(²) Les tubercules de Bagdad analysés sont ceux du *Terfezia Hafizi;* le *Terfezia Metaxasi* étant en quantité insuffisante, l'azote seul a été dosé; il représentait 4 pour 100 de la matière sèche.

» Les cendres sont formées de :

Acide phosphorique	15,60
Acide sulfurique	3,70
Chlore	0,24
Iode	fortes traces
Chaux	7,20
Magnésie	1,50
Potasse	11,10
Soude	2,20
Sesquioxyde de fer	4,80
Bioxyde de manganèse	forts indices
Silice, etc	53,66
	100,00

» On remarquera que la proportion de l'acide phosphorique et celle de la potasse sont ici sensiblement plus élevées que dans les autres Kamés ou Terfâs, tout en restant bien au-dessous de ce qu'on trouve dans les Truffes de France.

KAMÉ DE SMYRNE (*Terfezia Leonis*).

» La petite quantité de tubercules mise à ma disposition n'a permis que le dosage de l'azote, trouvé de 3,90 centièmes de la matière sèche et celle de l'acide phosphorique (16,6 centièmes).

Comparaison des Terfâs ou Kamés et des Truffes au point de vue chimique.

» Si l'on se reporte aux analyses que nous avons données (*Comptes rendus*, t. CX) des terres et des Truffes de France, on constate, avec quelques analogies, d'assez importantes différences.

» *Terres.* — Par leurs caractères physiques, les terres des terfâsières diffèrent profondément de la généralité des terres de truffières.

» Dans la Provence et le bas Dauphiné, mais surtout en Périgord et Poitou, la terre des truffières est argilo-siliceuse assez forte. C'est même la matière plastique de ces terres qu'utilisent les rabassiers (chercheurs de Truffes) et les marchands peu délicats pour en remplir les anfractuosités des tubercules mal conformés, augmenter amplement le poids des Truffes et leur donner la forme uniformément ronde que recherche le commerce.

» La terre des terfâsières, dite *sables du désert*, est, au contraire, formé d'un léger et fin limon.

» Toutefois, ces prétendus sables sont notablement calcaires, le carbonate de chaux s'y trouvant, partie à l'état de petits fragments, partie à l'état de poussière qui entre en moyenne dans le limon pour 5 à 10 cen-

tièmes, proportion qui n'est que rarement dépassée, quelquefois pas atteinte, par des terres de truffières.

» L'oxyde de fer, bien qu'en proportion moindre que dans beaucoup de nos truffières, entre dans la terre des terfâsières pour 2 à 4 centièmes.

» L'azote se trouve en proportion sensiblement pareille (0,20 centième en moyenne) dans les terfâsières et les truffières; rapport qui se retrouvera dans les tubercules.

» L'acide phosphorique entre, comme l'azote, pour 0,18 à 0,20 centième dans la terre, tant des truffières que des terfâsières, mais ce rapport cessera dans les tubercules, à l'avantage des Truffes.

» C'est en proportions notablement différentes que la potasse se trouve dans les terfâsières et les truffières. Elle a été trouvée de 0,5 à 1 centième dans celles-ci, et seulement de 0,25 à 0,30 centième dans les terfâsières. Nous verrons l'écart encore plus prononcé pour les tubercules.

» Quoi qu'il en soit de ce qui précède, il est acquis que la terre des terfâsières offre aux tubercules des Terfâs tous les éléments : azote, phosphore, fer, chaux et potasse, dont, comme les Truffes, ils sont avides, ces terres étant d'ailleurs, par leur composition et leur légèreté, d'excellentes terres arables, qui ne demandent que de l'eau pour former ces fertiles oasis, qu'on crée à volonté dans le désert par des forages artésiens.

» *Tubercules.* — La comparaison des Terfâs et des Truffes montre, dans la composition de ces deux catégories de tubercules, des analogies, comme on pouvait s'y attendre, en même temps qu'elle met en relief quelques écarts importants.

» L'azote, cet élément essentiel des matières animalisées ou protéiques, lesquelles sont un attribut de toute la classe des Champignons, existe en quantité sensiblement égale [à peu près 4 centièmes de la matière sèche ([1])] dans les Terfâs et les Truffes; il en est de même du soufre.

» C'est encore en proportions à peu près semblables que se trouvent, dans les Truffes et les Terfâs ou Kamés, le chlore, l'iode, la soude, la chaux, la magnésie, le fer et le manganèse.

» De grandes différences se constatent au contraire pour l'acide phosphorique et la potasse.

» En effet, l'acide phosphorique, qui entre pour 22 à 30 centièmes dans le poids de la cendre des Truffes, n'est pas toujours de moitié chez les

---

([1]) La comparaison est établie sur les tubercules secs, mais il faut être prévenu que les Terfâs renferment, à l'état frais, 10 centièmes plus d'eau que les Truffes.

Terfâs ; il en est de même de la potasse, et cependant si les terres des terfâsières contiennent, il est vrai, moins de potasse que celles des truffières, il n'en est pas de même de l'acide phosphorique, d'où cette conséquence que les Terfâs ou Kamés auraient, pour ces deux corps, une moindre faculté d'assimilation que les Truffes.

» En somme, et malgré quelques différences portant sur un petit nombre de composants, les Terfâs et Kamés, riches en azote autant que les Truffes, encore largement pourvus de phosphore ainsi que de potasse, et contenant, en proportions suffisantes, le soufre, l'iode, le chlore, etc., ont tous les attributs d'un aliment de grande valeur. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'Écureuil de Barbarie.* Note de M. **A. Pomel.**

« Au cours d'une excursion géologique dans le sud oranais, j'ai eu occasion de constater la présence du *Sciurus getulus* dans la région qui, au voisinage du Maroc, est comprise entre Aïn Sefra et les Moghar. Cette espèce n'était bien connue que depuis la description qu'en avait donnée P. Gervais, d'après des exemplaires originaires du Maroc (*Mag. de Zoologie;* 1842).

» Cette description s'adapte bien aux sujets algériens; le front plat, la face courte, le crâne non bombé, les oreilles courtes dépourvues de pinceaux de poils, etc., donnent à cet animal une physionomie assez particulière, justifiant presque la création du genre *Xerus* d'Ehrenberg, qui, d'après Gervais, comprendrait quelques espèces toutes africaines. Ses bandes du dos, sa queue ordinairement fournie et plutôt en panache que distique, contribuent aussi à le particulariser.

» Il y a longtemps que l'existence de cet animal m'avait été signalée par les indigènes dans le sud oranais, où elle aurait vécu dans les palmiers des oasis; mais je n'avais pu en acquérir la certitude. En fait, ce joli petit animal n'est pas arboricole; il n'est pas rare dans le massif rocheux du Djebel Mekter, où il se tient dans des terriers ou dans des anfractuosités de roches, à la manière du Gundi, qui, d'après MM. les officiers de la garnison d'Aïn Sefra, n'est pas rare dans les mêmes parages.

» Cet Écureuil paraît assez facilement supporter la captivité. J'en ai vu quelques couples, se comportant comme notre Écureuil de France dans leur cage roulante; ils en ont la vivacité, les allures et presque la physionomie, et deviennent très familiers.

» Son existence n'a pas encore été signalée à l'est du Djebel Mekter; c'est donc une espèce particulière à la Barbarie occidentale, s'étendant à travers le Maroc jusqu'à l'océan Atlantique vers Mogador. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Duponchel** adresse une nouvelle Lettre relative à la circulation des vents à la surface du globe.

En maintenant les principes énoncés par lui dans sa Note du 14 décembre dernier, M. Duponchel insiste sur la nouveauté et l'importance de la théorie à laquelle il les rattache.

(Commissaires : MM. Faye, Jurien de la Gravière, Mascart, Sarrau, Duclaux.)

MM. L. **Brune** et L. **Benet** adressent la description et le dessin d'un appareil destiné à prévenir les collisions sur les voies ferrées.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

CORRESPONDANCE.

M. E. **Gley**, M. H.-C. **Vogel** adressent leurs remerciements à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série hypergéométrique.* Note de M. **André Markoff**, présentée par M. Hermite.

« En appliquant le théorème remarquable de M. Klein sur les zéros des séries hypergéométriques au produit

$$F(\alpha, \alpha + 1 - \gamma, \alpha - \beta + 1, x)\, F(\beta, \beta + 1 - \gamma, \beta - \alpha + 1, x)$$

qui, pour $\alpha + \beta = -n =$ un nombre entier négatif et $\gamma - \frac{1}{2} = -k =$ un nombre entier négatif, se réduit à une fonction entière de x, et, en considérant particulièrement le cas de $n = k$, je parviens à ce résultat très intéressant.

» Le nombre N_1 des racines positives de l'équation algébrique

$$0 = x^n - \frac{n.2\alpha.2\beta}{2n(n-\frac{1}{2})}x^{n-1} + \frac{n(n-1).2\alpha(2\alpha+1).2\beta(2\beta+1)}{1.2.2n(2n-1)(n-\frac{1}{2})(n-\frac{3}{2})}x^{n-2} - \ldots,$$

où $\alpha + \beta = -n =$ un nombre entier négatif, est égal au plus petit des nombres 0, 1, 2, 3, ... qui doit ajouter au plus grand des nombres 2α et 2β pour avoir un nombre positif. Toutes ces racines sont plus petites que l'unité.

» Quant au nombre N_2 des racines négatives de la même équation, il est égal à

$$\frac{1-(-1)^{N_1+n}}{2}.$$

» Par exemple, dans le cas où $n = 9$, $\alpha = -\frac{10}{3}$ et $\beta = -\frac{17}{3}$, nous avons

$$N_1 = 7 \quad \text{et} \quad N_2 = 0. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur les reseaux plans à invariants égaux et les lignes asymptotiques*. Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note du 28 décembre 1891, j'ai introduit la notion de réseaux à invariants égaux. Si x, y, z sont les coordonnées homogènes d'un point du plan, et u, v les paramètres des deux familles de courbes du réseau, on peut définir complètement les coefficients a, b, c de l'équation

$$\text{(E)} \qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} + a\frac{\partial\theta}{\partial u} + b\frac{\partial\theta}{\partial v} + c\theta = 0,$$

par la condition que x, y, z en soient trois solutions. Les invariants de (E) seront des invariants du réseau; leur égalité se traduit par l'équation

$$\frac{\partial a}{\partial u} = \frac{\partial b}{\partial v}.$$

» Considérons un point M et les courbes A ($v =$ const.), B($u =$ const.) qui se croisent en M. Menons les tangentes MP à la courbe A et MQ à la courbe B. Lorsque M décrit la courbe B, la droite MP enveloppe une courbe B_1 et touche cette courbe en un point P dont les coordonnées ont l'expression suivante

$$\frac{\partial x}{\partial u} + bx, \qquad \frac{\partial y}{\partial u} + by, \qquad \frac{\partial z}{\partial u} + bz,$$

en sorte que ces courbes B_1 fournissent une interprétation de la transformation de Laplace. Pareillement, lorsque M décrit la courbe A, la droite MQ enveloppe une courbe A_1 qui fournit une interprétation de l'autre transformation de Laplace

$$\theta' = \frac{\partial\theta}{\partial v} + a\theta.$$

» Ceci posé, l'égalité des invariants de l'équation (E) se traduit géométriquement par le théorème suivant :

» *Pour que les invariants de l'équation* (E) *soient égaux, il faut et il suffit qu'il existe une conique* Ω *ayant un contact du second ordre avec la courbe* A_1 *au point* Q *et avec la courbe* B_1 *au point* P.

» On peut encore dire que, si l'on prend trois positions consécutives Δ, Δ', Δ'' de MP pour lesquelles le point M occupe trois positions consécutives M, M′, M″ sur B, puis trois positions consécutives Δ_0, Δ_1, Δ_2 de MQ pour lesquelles le point M occupe trois positions consécutives M, M_1, M_2 sur A, les six droites Δ, Δ', Δ'', Δ_0, Δ_1, Δ_2 touchent une même conique Ω. Cette propriété géométrique est donc spécifique pour les réseaux plans à invariants égaux.

» Maintenant, je rappellerai le théorème suivant dû à M. Sophus Lie : Soit $\overline{M}$ un point d'une surface, $\overline{A}$ et $\overline{B}$ les asymptotiques qui se croisent en ce point, $\overline{MP}$ la tangente à $\overline{A}$ en $\overline{M}$, $\overline{MQ}$ la tangente à $\overline{B}$. Lorsque $\overline{M}$ décrit l'asymptotique $\overline{B}$, la droite $\overline{MP}$ engendre une surface réglée Σ_B, et, lorsque $\overline{M}$ décrit $\overline{A}$, la droite $\overline{MQ}$ engendre une surface réglée Σ_A.

» *L'hyperboloïde* OSCULATEUR *de* Σ_A *le long de la droite* $\overline{MQ}$ *coïncide avec l'hyperboloïde* OSCULATEUR *de* Σ_B *le long de* $\overline{MP}$.

» Faisons alors d'un point O la perspective des asymptotiques sur un plan quelconque; je désigne par A la perspective de l'asymptotique $\overline{A}$, par M celle du point $\overline{M}$, etc.; appelons Ω la conique qui est le contour apparent projeté de l'hyperboloïde osculateur H ; puisque trois positions consécutives de $\overline{MQ}$ sont des génératrices de H, lorsque $\overline{M}$ décrit $\overline{A}$, et trois positions consécutives de $\overline{MP}$ des génératrices du second système de H, lorsque $\overline{M}$ décrit $\overline{B}$, on voit que, en projection, trois positions consécutives de MQ lorsque M décrit A et trois positions consécutives de MP lorsque M décrit B seront six tangentes de la conique Ω.

» On peut donc énoncer ce théorème, que j'ai énoncé il y a trois ans à la *Société mathématique de France,* dans sa séance du 9 janvier 1889, et

dont j'avais déjà fait usage en 1888 dans mon enseignement au Collège de France :

» *Les perspectives des asymptotiques d'une surface sur un plan forment un réseau à invariants égaux.*

» La réciproque de ce théorème est vraie; tout réseau plan à invariants égaux est la perspective des asymptotiques d'une surface, qui, lorsque le réseau est connu, *s'obtient par des quadratures.*

» Ce théorème peut s'établir directement; mais il y a certainement de l'intérêt à mettre en évidence ses attaches avec le théorème de M. Lie.

» En transformant par polaires réciproques, ce théorème, on trouve, au lieu des cônes perspectifs aux asymptotiques, les traces des développables asymptotiques sur un plan. Ces traces constituent dans ce plan un réseau tangentiel, c'est-à-dire dans lequel les courbes sont définies par les coordonnées ξ, η, ζ de leurs tangentes exprimées en fonction des paramètres u, v. Ces coordonnées vérifient une équation (E) *à invariants égaux.*

» Supposons, en particulier, que le plan sur lequel on prend les traces des développables soit le plan de l'infini, et que le triangle de référence dans ce plan soit la trace d'un trièdre trirectangle. Alors ξ, η, ζ seront proportionnels aux cosinus directeurs de la normale à la surface, et l'expression de ces quantités en u, v équivaut à former la représentation sphérique des asymptotiques de la surface. L'équation (E), vérifiée par ξ, η, ζ, ayant ses invariants égaux, on retrouve donc comme cas particulier des remarques précédentes, le théorème qui a servi de base aux recherches de MM. Lelieuvre et Guichard dans leurs recherches sur les asymptotiques.

» J'aurai occasion de faire connaître plusieurs autres applications de mon théorème général. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries à termes positifs.* Note de M. V. Jamet, présentée par M. Picard.

« 1. Soit u_1, u_2, u_3, ..., u_n, ... une série dont les termes, tous positifs, tendent vers zéro, quand leur rang est de plus en plus élevé. Je suppose qu'en même temps l'expression $\sqrt[n]{u_n}$ tende vers l'unité, et je me propose de signaler un cas étendu où, dans ces conditions, la série est convergente.

Mais d'abord j'observe que, si l'on pose

$$\sqrt[n]{u_n} = 1 - \alpha_n,$$

le produit $n\alpha_n$ doit croître au delà de toute limite, bien que le facteur α_n soit infiniment petit. En effet, d'après l'égalité précédente,

$$u_n = (1 - \alpha_n)^n = \left[(1 - \alpha_n)^{\frac{1}{\alpha_n}}\right]^{n\alpha_n}.$$

» Mais $(1 - \alpha_n)^{\frac{1}{\alpha_n}}$ a pour limite $\frac{1}{e}$. Si donc $n\alpha_n$ tendait vers une limite k, finie ou nulle, u_n tendrait vers une limite e^{-k}, différente de zéro, ce qui est contraire à l'hypothèse.

» Cette remarque me conduit à examiner le cas où il existe un nombre p, compris entre zéro et 1, tel que le produit $n^{1-p}\alpha_n$ tende vers une limite; je dis que *la série sera convergente chaque fois que cette limite ne sera pas nulle*. En effet, l'égalité précédente équivaut à celle-ci

$$u_n = \left\{\left[(1 - \alpha_n)^{\frac{1}{\alpha_n}}\right]^{n^{1-p}\alpha_n}\right\}^{n^p}.$$

» Soit $\lim n^{1-p}\alpha_n = h$. L'expression que nous élevons à la puissance n^p tend vers $\frac{1}{e^h}$, et par conséquent devient, à partir d'une certaine valeur de n, inférieure à un nombre a, compris entre 1 et $\frac{1}{e^h}$. Dès ce moment, les termes de la série sont inférieurs à ceux de la série suivante

$$\text{(A)} \qquad a^{n^p},\ a^{(n+1)^p},\ \ldots,\ a^{(n+i)^p},\ \ldots,$$

dont on augmentera encore les termes en remplaçant p par l'inverse d'un nombre entier q, supérieur à $\frac{1}{p}$, et tout revient à démontrer que la série (A), modifiée de la sorte, est convergente. A cet effet, observons que, à partir d'un rang déterminé, nous pourrons grouper les termes de telle sorte que, dans le premier terme de chaque groupe, l'exposant de a soit un nombre entier. Les groupes successifs se présenteront alors comme il suit :

$$\begin{array}{ccccc}
a^k, & a^{\sqrt[q]{kq+1}}, & a^{\sqrt[q]{kq+2}}, & \ldots, & a^{\sqrt[q]{(k+1)q-1}}, \\
a^{k+1}, & a^{\sqrt[q]{(k+1)q+1}}, & \ldots, & \ldots, & a^{\sqrt[q]{(k+2)q-1}}, \\
\ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots,
\end{array}$$

et la somme des termes du groupe commençant par a^r sera inférieure à

$$[(r+1)^q - r^q]a^r.$$

» Mais les séries

$$\sum_{r=k}^{r=\infty}(r+1)^q a^r, \qquad \sum_{r=k}^{r=\infty} r^q a^r$$

sont convergentes, puisque, dans chacune d'elles, le rapport d'un terme au précédent a pour limite a. Donc, il en est de même de la série (A), et aussi de la série donnée.

» 2. La démonstration précédente subsiste *alors même que* $n^{1-p}\alpha_n$ *tend vers l'infini positif*, pour une certaine valeur de p, positive et inférieure à 1, ou pour diverses valeurs de p comprises entre ces limites. C'est ce qui arrive, par exemple, si l'on a

$$\alpha_n = \frac{\log n}{n^k} = \frac{1}{k}\,\frac{\log n^k}{n^k},$$

k désignant un nombre compris entre zéro et 1. On voit d'abord que α_n tend vers zéro quand n croît indéfiniment, parce que la fonction $\frac{\log x}{x}$ tend vers zéro quand x croît au delà de toute limite. Mais, si l'on fait $p = 1 - k$, on trouve

$$n^{1-p}\alpha_n = \log n,$$

et l'on en conclut que la série

$$\sum^{n=\infty}\left(1 - \frac{\log n}{n^k}\right)^n, \qquad (0 < k < 1)$$

est convergente. Si l'on avait $k \geqq 1$, la série serait divergente, comme nous allons le démontrer. Mais, tout d'abord, nous justifierons le choix de cet exemple en montrant que nous sommes bien dans un cas où il est impossible de trouver un nombre p, satisfaisant aux conditions énoncées. En effet, pour toute valeur positive de p,

$$n^{1-p}\alpha_n = \frac{\log n}{n^{k+p-1}} = \frac{1}{k+p-1}\,\frac{\log n^{k+p-1}}{n^{k+p-1}}.$$

» Il est donc bien vrai que, dans l'exemple actuel, $n^{1-p}\alpha_n$ tend vers zéro pour toute valeur de p comprise entre zéro et 1.

» Quant à la divergence de la série, il suffit de la démontrer dans l'hy-

pothèse où $k = 1$, puisque son terme général augmente avec k; et la proposition sera établie si je fais voir que, dans cette hypothèse, nu_n a pour limite 1, ou que $\log n + \log u_n$ a pour limite zéro. Or

$$\log u_n = n \log\left(1 - \frac{\log n}{n}\right) = - n \left[\frac{\log n}{n} + \frac{\log^2 n}{2n^2\left(1 - \theta \frac{\log n}{n}\right)^2}\right],$$

θ désignant un nombre compris entre zéro et 1. Ceci résulte du développement de $\log(1 + x)$ par la formule de Maclaurin. Donc

$$\text{(B)} \qquad \log n + \log u_n = - \frac{\log^2 n}{2n\left(1 - \theta \frac{\log n}{n}\right)^2}.$$

» Mais $\frac{\log^2 n}{n}$ a pour racine carrée

$$\frac{\log n}{\sqrt{n}} = 2 \frac{\log \sqrt{n}}{\sqrt{n}},$$

et cette expression tend vers zéro, quand n croît au delà de toute limite. Donc, le second membre de l'égalité (B) tend vers zéro. C. Q. F. D.

» 3. Revenons maintenant à la série (A). Nous avons démontré qu'elle est convergente, quand a est inférieur à 1; si a est supérieur à 1, elle est manifestement divergente; et en procédant comme on le fait pour démontrer la règle de convergence due à Cauchy $(\sqrt[n]{u_n})$, on arrivera à la règle suivante :

» *La série à termes positifs*

$$u_1, \quad u_2, \quad u_3, \quad \ldots, \quad u_n, \quad \ldots$$

sera convergente, s'il existe un nombre positif p, tel que l'expression $u_n^{\frac{1}{n^p}}$ *tende vers une limite inférieure à* 1. *Elle sera divergente, s'il existe un nombre p, positif, tel que cette expression tende vers une limite supérieure à* 1, *quand n croît indéfiniment.* »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur l'emploi des plaques orthochromatiques en Photographie astronomique.* Note de MM. C. **Fabre** et **Andoyer**.

« Nous avons photographié la Lune pendant l'éclipse du 15 novembre dernier, à l'équatorial photographique de l'Observatoire de Toulouse,

sans agrandissement. Diverses couches sensibles ont été employées; elles étaient préparées, soit à l'aide du collodiobromure d'argent, soit à l'aide du gélatinobromure. Ces dernières n'étaient autres que les plaques préparées par la maison Lumière, et vendues sous le nom de *plaques sensibles* au rouge et au jaune. Quant aux émulsions au collodion, elles étaient préparées par l'un de nous. Nous avons comparé l'émulsion au collodiobromure simple avec l'émulsion rendue orthochromatique par l'éosine (formule Vogel) ou par la cyanine (formule Eder). Bien que les conditions atmosphériques aient été défavorables, par suite de la présence fréquente des nuages et du peu de limpidité du ciel, nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat de nos essais.

» Les plaques au gélatinobromure ont montré une insensibilité à peu près complète pour les portions du disque lunaire plongées dans l'ombre, alors que les parties éclairées montraient une surexposition manifeste; il en a été de même avec le collodiobromure ordinaire. Les plaques à l'éosine et celles à la cyanine ont donné de meilleurs résultats; les portions dans la pénombre et dans l'ombre ont pu être en partie obtenues, comme le montrent les photographies qui accompagnent cette Note. Nous admettrons donc, comme conclusion provisoire, que les plaques au collodiobromure d'argent rendues orthochromatiques sont relativement plus sensibles aux radiations rouges et jaunes que les plaques au gélatinobromure préparées dans le même but.

» Les conditions atmosphériques dans lesquelles nous avons opéré ne nous permettent d'ailleurs pas d'être absolument affirmatifs, car, d'après Vogel (*Photograph. Mittheilungen*, 1888, n° 337), l'état du temps a une influence considérable dans les expériences de cette nature; et, en outre, les poses, toujours par la même raison, n'ont peut-être pas été assez longues pour permettre aux plaques de donner tout ce qu'on en pouvait attendre.

» Nous nous proposons de continuer ces expériences, en les répétant sur Mars, sur Jupiter et sa tache rouge, et sur les étoiles colorées. Nous communiquerons ultérieurement à l'Académie le résultat de ces recherches. »

MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur la théorie du regel.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« L'abaissement, par la pression, du point de fusion de la glace, découvert par J. et W. Thomson, peut, à la rigueur, rendre compte de la plasticité des glaciers, mais il ne peut servir à expliquer leur formation première, c'est-à-dire la transformation de la neige pulvérulente en glace compacte. Au voisinage de la surface, les pressions sont trop faibles et la température trop basse pour qu'une fusion quelconque puisse se produire. Cette théorie se prête encore moins à l'explication d'un phénomène géologique analogue à l'agglomération de la neige, celui de la consolidation progressive des dépôts sédimentaires pulvérulents, qui, dans la profondeur du sol, se transforment en calcaires compacts, marbre, grès et schistes.

» Les calculs de Thomson reposent, d'ailleurs, sur une hypothèse qui est en contradiction avec la réalité des faits dans les phénomènes envisagés ici. Ils supposent expressément que la glace et l'eau liquide supportent la même pression; il ne peut en être ainsi dans une masse pulvérulente comprimée par son poids et par celui des terrains supérieurs; les intervalles entre les fragments solides supportent nécessairement une pression beaucoup moindre, en raison de la perméabilité de la masse.

» Le principe de Carnot peut, sans difficulté, être appliqué à un système semblable dans lequel la pression n'est pas uniforme. En écrivant que la variation de l'énergie utilisable pour une transformation réversible du système est nulle, on arrive à la formule générale d'isodissociation

$$L\frac{dT}{T} + \sum\left(N\frac{dP}{P}\right) = 0, \tag{1}$$

qui ne diffère de celle que j'ai donnée antérieurement ([1]) qu'en ce que le terme unique relatif à la pression uniforme est remplacé par une somme de termes en nombre égal à celui des parties du système qui supportent des pressions différentes.

([1]) *Recherches expérimentales et théoriques sur les équilibres chimiques* (*Ann. des Mines*, 8e série, t. XIII, p. 157).

Les équilibres chimiques (en commun avec M. Mouret) (*Revue générale des Sciences*, mars-avril 1891).

» L est la chaleur latente de réaction à tensions invariables.

» N est le travail latent correspondant; son expression est A.P.V. Cette équation donne la relation qui doit exister entre les variations simultanées des pressions et de la température, pour que le système primitivement en équilibre conserve cet état.

» Je passerai rapidement en revue les diverses conséquences de cette loi en ce qui concerne la glace. Les unités employées seront : pour les quantités de matières, le poids moléculaire 18^{gr}; pour la longueur, le centimètre; pour les pressions, le kilogramme par centimètre carré.

» 1° *Abaissement du point de fusion de la glace.* — En appelant P la pression de la glace, P′ celle de l'eau liquide qui remplit les interstices, il vient

$$(2) \qquad 216\,dT + 19{,}6\,dP - 18\,dP' = 0.$$

» En supposant $P = P'$ on retombe sur la formule de Thomson, qui donne un abaissement du point de fusion de 0°,0075 par 1^{kg} de pression. En supposant, au contraire, P′ nul ou tout au moins constant, on trouve un abaissement de 0°,091, soit dix fois plus considérable.

» 2° *Accroissement de la tension de vapeur.* — En appelant P″ la pression de la vapeur qui remplit les interstices de la glace, il vient, à température constante et au voisinage de 0,

$$(3) \qquad 19{,}65\,dP - 23000\,\frac{dP''}{P''} = 0.$$

» La tension de vapeur sera accrue de 1 pour 100 de sa valeur par chaque augmentation de $11^{kg},6$ supportée par la glace. Cet accroissement de la tension de vapeur est inversement proportionnel au coefficient $23000 = 840T$ qui est le même pour toutes les vapeurs et croît comme les températures absolues.

» 3° *Accroissement du coefficient de solubilité.* — Soient des fragments de glace mouillés avec un liquide capable de les dissoudre : dissolution saline, glycérine, alcool, etc. La solubilité croîtra avec la pression de la glace, d'une quantité qui peut être calculée au moyen de la relation approchée entre les tensions de vapeur et les coefficients de solubilité

$$(4) \qquad \frac{dP''}{P''} = i\,\frac{dS}{S},$$

dans laquelle i est l'inverse du rapport du poids moléculaire pris de l'état

dissous à l'état gazeux. Rapprochée de l'équation (3), cette relation donne pour la glace

$$(5) \qquad 19,65\,dP - 840\,iT\,\frac{dS}{S} = 0.$$

» En supposant *i* égal à l'unité, on aurait un accroissement de solubilité de 1 pour 100 à 0° pour une augmentation de pression de $11^{kg},6$ par centimètre carré.

» On arriverait à des conclusions semblables en supposant les vides remplis de vapeurs ou de liquides avec lesquels l'eau pourrait donner lieu à des phénomènes d'équilibre chimique.

» La conséquence pratique de ces formules est que de la glace pulvérulente comprimée, au contact d'un liquide ou d'une vapeur moins comprimée, éprouvera un surcroît de dissolution de fusion ou de vaporisation qui amènera un état d'équilibre instable de sursaturation, lequel disparaîtra bientôt par la cristallisation de la glace dans les vides; cette dissolution, suivie de recristallisation, continuera à se produire jusqu'au moment où, les vides ayant complètement disparu, il ne restera plus qu'un bloc compact de glace. C'est là un mode de durcissement comparable de tous points à celui que j'ai indiqué pour les ciments. Dans l'un et l'autre cas, un corps solide se trouvant hors d'équilibre, soit en raison de son état chimique, soit en raison de sa compression, donne naissance à une dissolution ou une vapeur sursaturée dont la production passagère rend possible le retour vers l'état d'équilibre.

» Tous les raisonnements appliqués ici à la glace sont vrais d'un corps quelconque et peuvent être invoqués pour expliquer le durcissement, dans le sol et à l'abri de toute évaporation, des bancs de sel gemme, de gypse, de carbonate de chaux, de grès.

» J'ai pu très facilement obtenir un durcissement semblable, au laboratoire, en comprimant, à la pression *moyenne* de 200^{kg} par centimètre carré, pendant une huitaine de jours, au contact de leur solution saturée, des sels très solubles, $NaCl$ ou NaO, AzO^5. On obtient des blocs dont la cassure et l'examen en plaque mince rappelle tout à fait le sel gemme et le marbre blanc. Pour l'azotate de soude comme pour le marbre blanc, les cristaux broyés n'ont conservé aucun de leurs contours rectilignes; ils se sont arrondis et exactement moulés l'un sur l'autre.

» La compression à sec, sous la même pression, ne produit pas d'agglomération notable. »

THERMOMÉTRIE. — *Sur un nouveau modèle de thermomètre à renversement pour mesurer les températures de la mer à diverses profondeurs.* Note de M. V. Chabaud, présentée par le Prince de Monaco.

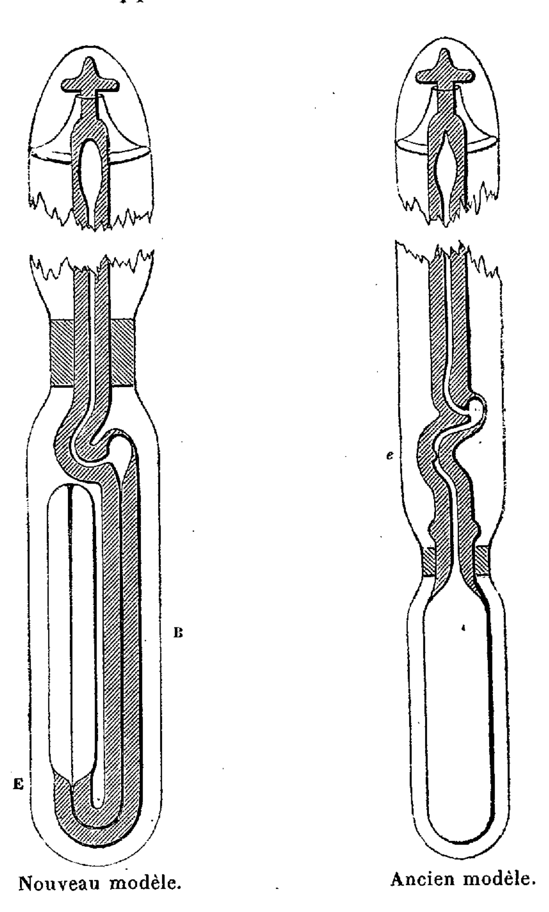
« Les thermomètres à renversement employés pour mesurer les températures profondes de la mer présentent deux inconvénients dont l'un découle de l'autre, et cela, lorsqu'ils sont parfaitement construits. Lorsqu'on retourne le thermomètre et qu'on le remonte, s'il vient à traverser des couches plus froides, il se produit dans le réservoir un vide causé par la contraction du mercure. Ce métal, pesant de tout son poids sur l'étranglement destiné à couper la colonne mercurielle, fait coin en cet endroit, le verre cède et le canal thermométrique se fendille à l'étranglement même. Presque tous les thermomètres qui ont servi pendant quelque temps sont dans ce cas, ainsi qu'il est facile de le vérifier à faux jour avec une loupe. Bientôt l'étranglement n'est plus capable de retenir le poids du mercure que renferme la cuvette et, sous l'effet des chocs subis par le thermomètre lorsqu'on le remonte du fond des eaux, quelques gouttelettes de mercure peuvent venir se souder à la colonne thermométrique et en fausser les indications.

» La disposition suivante permet d'éviter cette rupture intérieure et ses conséquences.

» Au lieu que le réservoir thermométrique soit dans le prolongement même de la tige, il se recourbe de façon à former avec elle un U à branches presque accolées. La tige est faite de deux parties soudées l'une à l'autre : la partie supérieure A porte les degrés; la partie inférieure B, beaucoup plus capillaire, vient se souder au réservoir. Entre ces deux tiges se trouve une petite chambre de forme particulière, dilatée dans l'épaisseur du verre et dont le rôle est de retenir les fragments de colonne qui proviennent de la dilatation du mercure du réservoir traversant des couches d'eau à température plus élevée que celle où s'est opéré le retournement.

» L'étranglement *e* des anciens thermomètres à renversement est remplacé, dans ce modèle, par une obturation incomplète du canal thermométrique à la naissance même du réservoir, au moyen d'une tige de verre E traversant le cylindre de part en part et soudée à celui-ci à l'extrémité opposée à la tige du thermomètre.

» L'instrument est tout entier renfermé dans une enveloppe en verre épais contenant, dans la partie qui correspond au réservoir, une masse de mercure destinée à envelopper celui-là.



Nouveau modèle. Ancien modèle.

» Il est évident que, lorsqu'on retourne ce thermomètre, le poids du mercure du réservoir n'agit plus sur l'étranglement et que l'on évite ainsi un risque de casse; on voit aussi que, par le fait de la suppression du poids du mercure de la cuvette sur l'étranglement, il ne peut tomber dans la chambre préservatrice que le mercure provenant de la dilatation subie par le thermomètre en passant de couches froides dans des couches plus chaudes; c'est là d'ailleurs le véritable but de la chambre préservatrice, qui n'est alors utilisée que dans les limites *pour lesquelles elle a été créée.*

» Quatre instruments de ce genre ont été embarqués sur la *Princesse Alice*, le yacht de S. A. S. le Prince de Monaco, où ils ont parfaitement

fonctionné entre les mains de M. le professeur Thoulet, dans une série d'expériences faites à Boulogne, sans avoir cependant subi l'épreuve définitive en eau profonde. »

PHYSIQUE. — *Nouvel hygromètre à condensation*. Note de M. **Henri Gilbault**, présentée par M. Lippmann.

« Pour déterminer l'humidité absolue ou l'humidité relative avec un hygromètre à condensation, il faut observer : 1° le moment d'apparition du dépôt de rosée; 2° la température de la surface sur laquelle se produit ce dépôt.

» Jusqu'ici, un grand nombre de physiciens se sont attachés à perfectionner les procédés d'observation du premier point, c'est-à-dire de l'apparition du dépôt de rosée. Mais on ne s'est pas préoccupé également de la seconde partie des mesures; dans les hygromètres employés, on prend pour température de la surface de condensation celle qui est indiquée par un thermomètre plongeant dans le liquide réfrigérant; or ce liquide a une conductibilité thermique très faible.

» J'ai fait des expériences en me servant, comme surface de condensation, d'une lame de verre platinée, formant la partie antérieure d'un appareil analogue à celui de M. Alluard. Des expériences préalables m'avaient permis de déterminer la loi de variation de la résistance électrique du platine avec la température, de sorte que, lorsque, en refroidissant l'appareil, on amenait la formation du dépôt de rosée, on pouvait, par une simple mesure de résistance, déterminer au $\frac{1}{30}$ de degré la température de la surface métallique infiniment mince sur laquelle se produisait la condensation.

» L'appareil était placé dans un vase de verre, dans lequel on faisait passer l'air dont on voulait déterminer l'humidité [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berson, à la Faculté des Sciences de Toulouse.

ÉLECTRICITÉ. — *Déperdition des deux électricités par les rayons très réfrangibles*. Note de M. **Édouard Branly**.

« J'ai montré antérieurement (*Comptes rendus* du 8 avril 1890) que la déperdition de l'électricité positive d'un plateau métallique illuminé par des rayons très réfrangibles pouvait devenir presque égale à la déperdition de l'électricité négative. Les physiciens qui avaient étudié la déperdition par la lumière la regardaient comme limitée à l'électricité négative. D'après M. Hallwachs, la déperdition positive est très minime, $\frac{1}{100}$ environ de la déperdition négative; d'après M. Stoletow (Congrès des électriciens, séance du 30 août 1889), la déperdition est rigoureusement unipolaire, limitée à l'électricité négative.

» J'avais obtenu en 1890 les deux déperditions avec une source de lumière de faible intensité, mais très riche en rayons ultra-violets : la décharge d'une bouteille de Leyde reliée aux deux pôles d'une bobine de Ruhmkorff à interrupteur rapide. Bien que toutes les précautions eussent été prises pour être certain que l'effet lumineux était seul en jeu, dans les conditions précises où je m'étais placé, il était important de faire voir que, même avec l'arc voltaïque, la déperdition positive n'était nullement négligeable par rapport à la déperdition négative.

» L'appareil de mesure qui m'a servi récemment comprend un disque métallique éclairé de 7^{cm} de diamètre monté sur un électroscope. L'électroscope est formé d'une cage cubique en laiton; le centre de sa face supérieure est percé d'une ouverture circulaire sur laquelle est posé un tube vertical. Dans ce tube a été coulé un cylindre de soufre enveloppant une tige métallique terminée par deux feuilles d'or. L'extrémité supérieure de la tige porte le disque métallique. Ce disque, disposé verticalement, est éclairé directement par la source active quand il s'agit de l'illumination par l'arc voltaïque; quand la source est l'étincelle, le disque est enfermé dans une boîte métallique entièrement close superposée au plateau supérieur de la cage de l'électroscope. Les rayons lumineux traversent alors un grillage parallèle au disque. On vise une des feuilles d'or avec un microscope à oculaire micrométrique.

» La perte spontanée de l'électroscope était *rigoureusement nulle* pendant les mesures. J'avais préalablement fait construire sous mes yeux quatre électroscopes identiques où la tige était entourée de soufre, paraffine, gomme laque, ébonite. L'électroscope isolé par le soufre perdait $\frac{1}{20}$

de sa charge en douze heures, l'électroscope isolé par la paraffine perdait $\frac{1}{4}$ de sa charge pendant le même temps; avec la gomme laque et l'ébonite la perte totale avait lieu en moins d'une heure. La charge était celle d'une pile de deux cent vingt-cinq éléments Marié-Davy; l'écart angulaire des feuilles, le même pour les quatre électroscopes, atteignait 30° environ. La cage des électroscopes n'était pas desséchée. Ces essais, répétés à plusieurs reprises, m'ont fait adopter le soufre comme isolant (¹).

» Je citerai quelques nombres obtenus dans une même série de mesures avec l'arc voltaïque d'un régulateur Serrin. L'arc était à 40^{cm} du disque éclairé, les charbons (charbons Carré ordinaires) avaient 12^{mm} de diamètre, l'intensité du courant était de 24 ampères. Ces nombres représentent en secondes les temps de chute des feuilles d'or, lorsque le disque passait sous l'action de la lumière du potentiel de 300 volts au potentiel de 270 volts.

» I. Arc voltaïque de 4^{mm}.

Disque de cuivre rouge fraîchement poli.

	Rayonnement direct.	Quartz de 1^{mm} interposé.
Charge positive	18^s	22^s
Charge négative	1^s	1^s

Disque d'aluminium poli depuis quelques jours.

Charge positive	$18^s,5$	$22^s,75$
Charge négative	1^s	1^s

Disque de magnésium fraîchement poli. Rayonnement direct.

Charge positive	34^s
Charge négative	$1^s,75$

» II. Petit arc voltaïque.

Disque d'aluminium. Rayonnement direct.

Charge positive	230
Charge négative	7

(¹) Ces essais, exécutés avec des charges peu différentes des charges usuelles avec les électroscopes, démontrent que la gomme laque ne convient pas pour l'étude de la déperdition par l'air. Les déperditions par l'air observées par Coulomb sont d'ailleurs trop fortes pour être attribuées à l'air seul. La déperdition par l'air doit être extrêmement faible et, si la loi de Coulomb peut être regardée comme probable, la démonstration expérimentale n'en est pas faite.

» L'intensité du courant ayant été réduite à 14 ampères et l'arc voltaïque étant de $2^{mm},5$.

Disque d'aluminium. Rayonnement direct.

Charge positive	75^s
Charge négative	2^s

» Avec un très petit arc voltaïque, la déperdition devenait ici très lente, même pour l'électricité négative.

» On voit que la déperdition positive se ralentit plus que la négative quand l'arc voltaïque décroît. Si l'on augmente la distance de l'arc au disque, on constate que la durée de la chute croît à peu près dans le même rapport pour les deux déperditions. L'absorption des rayons actifs par le quartz est faible et elle n'est pas sensiblement plus forte dans le cas de la déperdition positive.

» Ces résultats doivent être comparés à ceux que j'ai obtenus avec l'étincelle, où l'accroissement de distance du disque à l'étincelle affaiblit plus la déperdition positive, et où le quartz interposé affaiblit beaucoup plus la déperdition positive que la négative. J'ajouterai que, dans le cas de l'étincelle, le spath fluor incolore et le sel gemme laissent mieux passer les rayons actifs qu'un quartz de même épaisseur.

» Contrairement à l'opinion reçue, l'absorption des rayons actifs n'est complète ni avec le mica, ni avec le verre. Les durées en secondes qui suivent se rapportent à la charge négative d'un disque d'aluminium fraîchement poli et à une chute de potentiel de 15 volts (de 300 à 285).

» I. *Arc voltaïque.* — Avec une plaque de verre incolore de $1^{mm},4$ d'épaisseur, durée de chute 140 secondes.

» II. *Étincelle.*

Mica de $\frac{4}{100}$ de millimètre d'épaisseur	64^s
Verre de $\frac{15}{100}$ de millimètre	$1^s,5$
Mica de $\frac{15}{500}$ de millimètre et verre de $\frac{15}{100}$	déperdition extrêmement lente

» Les nombres obtenus varient avec le signe de la charge et la nature du métal. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les borates métalliques*. Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Troost.

« Je demande à l'Académie la permission de présenter quelques observations au sujet d'une Note de M. Le Chatelier, insérée aux *Comptes rendus* du 28 décembre dernier, et dans laquelle il est question de mes recherches relatives aux borates métalliques.

» Le procédé que M. Le Chatelier indique pour préparer le borate neutre pur ne me paraît pas différer beaucoup de celui que j'ai décrit moi-même dans une Note du 6 octobre 1873 (LXXVII, 784) et sur lequel je suis revenu le 22 février 1875 (LXXX, 491), en indiquant avec détails comment j'avais pu utiliser cette réaction pour le dosage de l'acide borique. J'ai dit que cet acide doit être d'abord changé en borate de chaux par du chlorure de calcium en excès, et le produit de l'opération, chauffé, avec quelques précautions, que j'indique, dans un mélange de chlorures alcalins. J'ajoute (p. 493) qu'un certain excès de chlorure calcaire est favorable, et je signale la proportion de 1 partie de chlorure de calcium desséché pour 3 du mélange à équivalents égaux de chlorures alcalins comme avantageuse pour produire assez rapidement des cristaux de borate de chaux faciles à laver; j'ai opéré, du reste, tantôt dans un creuset ouvert, tantôt dans un creuset fermé par un couvercle posé sur les bords, et ne le transformant pas en vase hermétiquement clos.

» En étudiant d'autres borates, et j'ai passé près de deux ans à ce travail, il m'est fréquemment arrivé de n'obtenir que de très mauvais résultats; des cristaux brisés, rongés par le bain en fusion, mélangés de globules microscopiques de substances vitreuses, entraînés à la surface du liquide par les courants qui se produisent à son intérieur; ces produits, dépouillés, par des lavages, de toute substance soluble, pouvaient être des mélanges; je les ai invariablement rejetés sans les analyser.

» Mais il m'est arrivé aussi d'obtenir de beaux cristaux, bien nets, qu'ont vus les personnes qui travaillaient alors au laboratoire de M. H. Deville, et ceux-là présentaient bien la composition centésimale que j'ai indiquée (LXXVII, p. 786, 894). J'ignorais alors comment s'exerce l'action d'un bain en fusion sur les substances qui peuvent se former à son intérieur; comment, dans des circonstances assez voisines, il peut, à des

températures peu différentes, se produire des composés divers, et cette raison a fait que je n'ai pas précisé davantage les conditions dans lesquelles ont pris naissance les cristaux que j'ai soumis à l'analyse ([1]).

» C'est seulement dix ans plus tard, en 1883, que j'ai publié (t. XCVI, p. 1665) les résultats que j'avais tirés d'une longue étude des borates préparés par voie humide, et que j'ai indiqué trois groupes de formules comme représentant la composition des cristaux formés dans mes liqueurs; j'ai noté les quantités d'eau qu'on en peut extraire, sans rechercher à quel titre cette eau y entre, et il me paraît, au moins dans certains cas, bien difficile de le savoir. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les manganites de potasse hydratés.* Note de M. G. **Rousseau**, présentée par M. Troost.

« Le manganate de potasse, calciné en présence d'un fondant alcalin, se dissocie en donnant naissance à des manganites hydratés, analogues aux manganites de soude que j'ai fait connaître récemment ([2]). J'ai réussi à isoler, en opérant à des températures diverses, trois composés définis, nettement cristallisés.

» **1.** On fond, dans un creuset de platine découvert, 3^{gr} de carbonate de potasse et 5^{gr} de chlorure de potassium, puis on y ajoute, par petites portions, 3^{gr} de manganate de potasse. On chauffe le mélange 6 à 8 heures à la lampe Bunsen, avec une flamme courte et éclairante, en réglant la température de telle manière que la masse saline reste en fusion pâteuse. On soumet ensuite le contenu du creuset à une série de traitements par l'eau bouillante, suivis de lixiviations, pour éliminer les produits amorphes qui accompagnent les cristaux. On obtient ainsi des lamelles noires dont la composition correspond à la formule $K^2O, 16MnO^2, 6H^2O$ ([3]).

» Ce corps est facilement soluble dans l'acide chlorhydrique concentré. Il perd toute son eau entre 130° et 200°, comme le font les autres hydrates que je vais décrire.

» **2.** Si l'on chauffe le mélange précédent à une température un peu plus élevée, de

---

([1]) L'occasion se présentant de le faire, j'en profite pour corriger une formule que j'ai inexactement attribuée ($3MgO, 4BoO^3$, au lieu de $3MgO, 4BoO^3 + \frac{1}{2}MgCl$) aux cristaux de *boracite* naturels (*Comptes rendus,* LXXVII, 893).

([2]) *Comptes rendus,* t. CXII, p. 525 (1891).

([3]) Calculé : Mn, 55,21 ; K^2O, 5,89 ; H^2O, 6,77.
Trouvé : Mn, 55,05 ; 55,24 ; 55,23 ; 55,28 ; K^2O, 5,27 ; H^2O, 7,05 ; 6,67 ; 7,17 ; 6,91.

façon à liquéfier la matière qui reste au fond du creuset, il se forme de grandes lamelles noires d'un nouveau manganite $K^2O, 8MnO^2, 3H^2O$ [1].

» C'est à ce produit que, dans une publication antérieure, j'avais attribué la composition d'un manganite anhydre $K^2O, 7MnO^2$ [2]. Mais les analyses avaient été effectuées sur des cristaux desséchés à l'étuve entre 150 et 160°, et renfermant encore une petite quantité d'eau.

» 3. A la température la plus élevée du bec Bunsen, on retombe sur l'hydrate $K^2O, 16MnO^2, 6H^2O$, déjà obtenu au rouge sombre. Les variations dans la condensation de l'acide manganeux uni à la potasse se reproduisent donc sous une forme périodique à mesure que la température s'élève. J'ai déjà eu l'occasion d'insister sur ces métamorphoses alternantes à propos des manganites de soude, de baryte et de strontiane.

» Les proportions du mélange de carbonate et de chlorure alcalin n'ont aucune influence sur la composition du produit. En employant comme fondant le chlorure de potassium pur, on obtient encore le manganite $K^2O, 16MnO^2, 6H^2O$.

» 4. Vers le rouge-orange, on voit apparaître un nouvel hydrate correspondant à un degré de polymérisation plus élevé de l'acide manganeux. En chauffant au dispositif n° 2 du four Forquignon, avec une flamme courte, un creuset de platine renfermant un mélange de 3^{gr} de manganate de potasse et 10^{gr} de KCl, on voit bientôt la masse se rassembler en anneau vers la partie supérieure du creuset. Après une heure de chauffe environ, tout le chlorure de potassium s'est volatilisé. On détache l'anneau, formé de lamelles noires de manganite empâtées dans le manganate inaltéré, puis on le reprend par l'eau bouillante qui laisse de grands cristaux dont la composition correspond à la formule $K^2O, 32MnO^2, 10H^2O$ [3].

» 5. Dans ces conditions, la potasse provenant de la dissociation du manganate en manganite et alcali libre, se carbonate au contact des gaz de la flamme. Elle forme ainsi une gaine qui enveloppe le manganite et s'oppose à sa déshydratation par une sorte de tension superficielle, comme je me réserve de le montrer ultérieurement.

» Si, au contraire, on calcine le manganate sans fondant, ainsi que je l'ai fait autrefois, dans une nacelle de platine placée au milieu d'un tube traversé par un courant de vapeur d'eau, il se forme d'abord l'un des trois hydrates précédemment décrits, selon la température de l'expérience. Mais la potasse mise en liberté se volatilise à mesure qu'elle se sépare ; il en résulte que, dès que tout le manganate est détruit, la pression superficielle de l'alcali n'équilibrant plus la tension inverse de l'eau dans le manganite hydraté, celle-ci se dégage bientôt; le produit analysé à ce moment présente la composition d'un manganite anhydre.

» 6. L'action décomposante de la chaleur ne s'arrête pas là. En l'absence de fondant alcalin, le manganite anhydre tend à son tour à se dissocier en potasse libre et en bi-

---

(1) Calculé : Mn, 52,13; K^2O, 11,14; H^2O, 6,39.
Trouvé : Mn, 52,96; 52,98; K^2O, 10,21; H^2O, 6,36; 6,35.

(2) *Comptes rendus* (1887), t. CIV, p. 1796.

(3) Calculé : Mn, 57,52; K^2O, 3,07; H^2O, 5,88.
Trouvé : Mn, 58,12; 58,35; K^2O, 2,53; H^2O, 5,74; 5,85; 6,14.

oxyde de manganèse qui passe aussitôt à l'état d'oxyde salin. Cette décomposition est favorisée par l'énergie auxiliaire fournie par l'hydratation de la potasse. Il est d'ailleurs facile de suivre la destruction progressive du manganite; en retirant de temps à autre la nacelle du tube, on constate que la couleur noire du sel de potasse passe progressivement à la teinte rouge-brun, caractéristique de l'oxydule Mn^3O^4. Ce changement de coloration, d'abord limité aux parties superficielles, se propage graduellement aux couches plus profondes et finit par gagner toute la masse. L'analyse du produit aux diverses phases de l'expérience indique un accroissement continu de sa teneur en manganèse, qui finit par atteindre la limite de 72,05 pour 100, correspondant à sa transformation intégrale en oxydule.

» 7. On observe les mêmes phénomènes quand on calcine le manganate de potasse cristallisé dans le vide, vers 1000°. L'oxyde de potassium volatilisé vient former un anneau dans la partie froide du tube, et, après six heures de chauffe, tout le manganate contenu dans la nacelle s'est transformé en oxydule cristallisé.

» Il résulte de ces expériences que le manganate de potasse chauffé en présence d'un fondant alcalin, à la flamme du gaz d'éclairage, donne tout d'abord naissance à deux manganites hydratés qui se reproduisent dans un ordre cyclique. Vers 600°, on obtient, en premier lieu, l'hydrate

$$K^2O, 16MnO^2, 6H^2O;$$

entre 700° et 800°, on voit se produire le composé

$$K^2O, 8MnO^2, 3H^2O;$$

puis l'hydrate

$$K^2O, 16MnO^2, 6H^2O$$

reparaît entre 800° et 1000°. Enfin, vers le rouge-orange, il se forme un nouvel hydrate plus condensé

$$K^2O, 32MnO^2, 10H^2O.$$

A l'exception de ce dernier terme qui fait défaut dans les manganites de soude, les deux séries de manganites alcalins présentent une remarquable analogie de composition.

» Il me reste à montrer l'origine de l'eau que renferment ces composés, ainsi que le mécanisme de leur formation. C'est ce que j'essayerai de faire dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réduction de l'hexachlorure de benzène. Régénération du benzène.* Note de M. J. **Meunier**, présentée par M. Troost.

« On a été conduit à considérer les hexachlorures de benzène comme des dérivés chlorés de l'hexahydrure de benzène ou hexaméthylène C^6H^{12}. En partant de cette considération, on pourrait supposer que ces chlorures, réduits par l'hydrogène, doivent donner naissance à ce dernier carbure. Les faits que j'ai l'honneur de faire connaître aujourd'hui à l'Académie montrent que cette opinion ne peut pas être adoptée sans restriction.

» Je suis parvenu à réduire complètement l'α-hexachlorure. La régénération du benzène s'accomplit avec une telle facilité, qu'elle pourrait servir à préparer ce corps à l'état de pureté, comme cela a lieu avec le benzoate de calcium.

» Dans un ballon de 2^lit de capacité, on introduit 250^gr d'hexachlorure, 175^gr de zinc ordinaire et 300^cc d'acide acétique glacial, puis on relie ce ballon avec un réfrigérant disposé pour la distillation. Après cela, on chauffe doucement : il se manifeste un vif dégagement d'hydrogène qui n'avait pas lieu à froid, et l'on ne tarde pas à percevoir, à l'orifice du récipient, une forte odeur de benzène. D'autre part, une prise d'essai de la liqueur contenue dans le ballon, traitée par l'eau et par le nitrate d'argent, donne un abondant précipité de chlorure d'argent.

» Le benzène se condense dans le récipient, qui doit être spacieux; car, par suite de l'entraînement par l'hydrogène, la condensation se fait en partie sur ses parois. Le produit distillé est recueilli et agité avec une lessive alcaline, qui s'empare de l'acide acétique entraîné; il est ensuite lavé à l'eau et desséché au moyen du chlorure de calcium fondu.

» Ce produit distille presque entièrement entre 80° et 81°. Il possède l'odeur et la réfringence du benzène. Quand on le refroidit dans un mélange réfrigérant de glace et de sel marin, il se prend en cristaux qui fondent aussitôt que la température s'élève au-dessus de 0°. Quand on le traite par un mélange d'acide azotique avec un excès d'acide sulfurique, il se transforme en binitrobenzène se présentant en aiguilles fusibles à 86°. Ces caractères ne permettent aucun doute sur la nature de ce produit, qui est du benzène pur. Il se distingue de celui qui provient du goudron de houille, en ce qu'il ne donne pas de coloration bleue quand on le traite par l'isatine et l'acide sulfurique; il est donc absolument exempt de tiophène.

» Sa formation se continue tant qu'il reste dans le ballon de l'hexachlorure non transformé. Pour reconnaître la présence de ce dernier corps qui se trouve en dissolution, on traite une prise d'essai par une grande quantité d'eau, et, après avoir décanté, on reprend le résidu insoluble par l'éther, qui le dissout entièrement, et laisse déposer par évaporation des cristaux en tables clinorhombiques offrant les groupements caractéristiques des cristaux d'α-hexachlorure et fondant exactement à 157°.

» Le procédé de réduction par le zinc et l'acide acétique s'applique sans doute à d'autres dérivés halogénés que ceux du benzène; je me réserve d'étendre cette réaction à d'autres composés analogues, appartenant à des séries organiques différentes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation des dextrines.* Note de M. P. PETIT.

« Payen a indiqué, pour la fabrication des dextrines, un procédé consistant à chauffer, entre 100° et 140°, la fécule humectée d'une petite quantité d'acide nitrique. Les dextrines ainsi obtenues sont, les unes blanches, les autres plus ou moins teintées, et presque toutes réduisent, à divers degrés, la liqueur de Fehling.

» J'ai examiné quelle était l'influence de la dose d'acide et du temps de chauffe, sur les propriétés des dextrines obtenues par le procédé de Payen. Les doses d'acide nitrique employées étaient 0,2, 0,3, 0,5, 0,8 et 2 pour 100 du poids de la fécule. Celle-ci, humectée de 30 pour 100 de son poids d'eau, était empâtée avec l'acide, puis séchée à 50°, tamisée et chauffée dans une étuve réglée à 125°. On retirait un échantillon après 1, 2, 3, 4 heures.

» Pour analyser les dextrines ainsi préparées, qui peuvent encore contenir de l'amidon non attaqué, de la dextrine et du glucose, je me suis appuyé sur les faits suivants, vérifiés sur un mélange de poids connus d'amidon, de dextrine non réductrice et de glucose pur :

» 1° En faisant digérer ce mélange avec de l'eau, à 40°-50°, pendant une demi-heure, on dissout tout le glucose et la dextrine; l'amidon, recueilli sur un filtre taré et séché avec ménagements, représente intégralement l'amidon employé.

» 2° Le pouvoir rotatoire de la solution correspond exactement à la somme des pouvoirs rotatoires du glucose et de la dextrine.

» 3° Si l'on fait fermenter la solution, après l'avoir additionnée de phosphate d'ammoniaque et de sulfate de potasse, puis stérilisée et ensemencée avec de la levure pure, la perte de pouvoir rotatoire indique exactement la dose de glucose introduite et le liquide fermenté n'agit plus sur la liqueur de Fehling.

» Les dextrines obtenues après une heure, à 125°, contiennent encore une faible dose d'amidon. Ces quantités deviennent indosables, pour 0,8 et 2 pour 100 d'acide nitrique.

» J'indique, dans le Tableau suivant, les pouvoirs réducteurs exprimant la quantité de matière réduisant le Fehling, évaluée en glucose pour 100 de dextrine.

Dose d'acide pour 100.	Temps de chauffe.				Amidon non transformé pour 1gr de dextrine.
	1h.	2h.	3h.	4h.	
0,2	3,9	5,06	3,6	2,8	0,003
0,3	7,2	5,3	3,6	3,0	0,002
0,5	7,3	6,07	4,2	3,1	0,001
0,8	8,06	6,3	4,5	4,0	traces
2,0	9,5	7,1	5,4	4,5	traces

» L'examen de ce Tableau montre que :

» 1° Pour une même dose d'acide, le pouvoir réducteur va en diminuant d'une manière très sensible, lorsque le temps de chauffe augmente;

» 2° Pour une même durée de chauffe, le pouvoir réducteur s'accroît lorsque la dose d'acide augmente.

» Les pouvoirs rotatoires, que je ne cite pas en détail ici, montrent des variations analogues, mais moins sensibles, c'est-à-dire que les pouvoirs rotatoires diminuent, soit à dose d'acide égale, pour un temps de chauffe croissant, soit pour un même temps de chauffe, pour une dose d'acide croissante.

» D'autres essais, faits à diverses températures, entre 100° et 140°, m'ont montré également que, à dose d'acide égale, la diminution du pouvoir réducteur était d'autant plus rapide que la température était plus élevée, et que ce pouvoir réducteur augmentait aussi plus rapidement, pour une même dose d'acide et un même temps de chauffe, lorsque la température était plus élevée.

» Ces observations expliquent pourquoi certaines dextrines du commerce ont un pouvoir réducteur pratiquement nul; les fabricants emploient, en effet, des durées de chauffe extrêmement longues, jusqu'à 60-70 heures,

à des températures souvent mal réglées, il est vrai; mais ce temps permet de réduire à une valeur presque nulle le pouvoir réducteur.

» Pour déterminer les doses de glucose existant dans les dextrines, j'ai soumis des solutions, à 8 pour 100, à la fermentation par une même levure pure; j'ai constaté qu'au bout de huit jours, à 25°, l'équilibre était atteint; dans ces conditions, une solution de glucose pur, ne contenant même que 0,4 pour 100 de glucose, est entièrement privée d'action sur la liqueur de Fehling.

» Au contraire, les solutions des diverses dextrines conservent toutes un pouvoir réducteur, qui est en moyenne les $\frac{2}{3}$ du pouvoir réducteur avant fermentation. Le pouvoir réducteur demeure constant à partir du huitième jour, quel que soit ensuite le temps de la fermentation, et il est le même pour tous les échantillons d'une même dextrine, quelles que soient la concentration et la quantité de levure ensemencée.

» Avec 0,5 pour 100 AzO^3H à 125° :

	Pouvoir réducteur		
	avant fermentation.	après fermentation.	Différence.
1 heure...........	7,3	5,2	2,1
2 heures..........	6,07	4,5	1,5
3 heures..........	4,2	3,6	0,6

» Avec 0,8 pour 100 AzO^3H, à 125° :

	Pouvoir réducteur		
	avant fermentation.	après fermentation.	Différence.
1 heure...........	7,3	6,4	1,6
2 heures..........	6,3	5,1	1,2
3 heures..........	4,5	3,4	1,1

» Il y a donc, dans les dextrines préparées par le procédé Payen, une matière réduisant la liqueur de Fehling, non fermentescible, ce qui se produit à côté du glucose. La quantité de glucose formée est d'autant plus faible que le temps de chauffe est plus long.

» Ces propriétés rapprocheraient la matière non fermentescible de la galletine de MM. Scheibler et Mittelmeier; cependant, quelques essais, que je me propose de continuer, me font prévoir l'existence d'un composé provenant de l'oxydation de l'amidon par l'acide nitrique et ayant les propriétés d'une aldéhyde [1] ».

---

[1] Ce travail a été fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel acide gras non saturé de la série* $C^nH^{2n-4}O^2$. Note de M. A. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« Je dois à l'obligeance de M. Samayoa l'envoi d'une graine du Guatemala (Amérique centrale), qui contient un principe immédiat nouveau, un glycéride tout particulier.

» Cette graine provient d'un arbuste fort répandu dans le pays, appartenant au genre *Picramnia* Sow. ou *Tariri* (Aublet), famille des Simarubées, ainsi qu'il résulte des déterminations de M. Max. Cornu, exclusivement faites sur la graine; celle-ci est de la grosseur d'un grain de café; elle renferme jusqu'à 67 pour 100 de matière grasse ([1]), facilement extraite par le sulfure de carbone et fondant alors à 47°; obtenue de premier jet, elle est légèrement colorée en jaune, mais elle se purifie aisément par cristallisation dans l'éther bouillant, qui l'abandonne par refroidissement en magnifiques cristaux nacrés, se distinguant par leur netteté de forme de toutes les autres matières grasses ordinaires.

» Cette graisse se saponifie par les alcalis en donnant 95 pour 100 d'acide gras et une quantité de glycérine correspondant à un triglycéride, ainsi que le calcul fondé sur les analyses le démontre.

» L'acide gras brut fond à 49°-50°; par des cristallisations successives dans l'alcool à 90°, on arrive à faire monter le point de fusion à 50°,5, sans qu'il soit possible d'aller au delà.

» Ce corps présente tous les caractères bien connus des acides gras: solubilité dans les dissolvants appropriés, insolubilité dans l'eau, etc.

» Son analyse élémentaire a donné les résultats suivants :

	(1)	(2).	Calculé pour $C^{18}H^{32}O^2$.
Carbone	76,82	77,13	77,14
Hydrogène	11,68	11,61	11,43
Oxygène	»	»	11,43
			100,00

» Le sel de potassium, préparé par les méthodes ordinaires, cristallise fort bien

([1]) On aperçoit distinctement les cristaux de matière grasse, quand on examine au microscope une coupe de la graine.

dans l'alcool à 98°, dans lequel il est peu soluble à froid : 100 parties d'alcool dissolvent 2gr,48 de sel à la température de 15°. Ce sel contient :

	(1).	(2).	Calculé pour $C^{18}H^{31}KO^2$.
Potassium..........	12,20	12,12	12,29

» Le sel d'argent, obtenu par double décomposition entre le sel de potassium en dissolution aqueuse et l'azotate d'argent, est un précipité blanc, amorphe, insoluble dans l'eau, qui contient :

	(1).	(2).	Calculé pour $C^{18}H^{31}AgO^2$.
Carbone...........	55,55	»	55,81
Hydrogène.........	8,28	»	8,01
Argent.............	27,85	27,90	27,91
Oxygène...........	»	»	8,27
			100,00

» La formule $C^{18}H^{32}O^2$ concorde bien avec les analyses précédentes; je l'ai vérifiée par la formation de dérivés bromés d'addition, obtenus par l'action du brome sur cet acide gras, que je propose d'appeler *acide taririque,* afin de rappeler son origine botanique.

» Quand on fait agir le brome sur la dissolution chloroformique de l'acide taririque, en ayant soin d'empêcher tout échauffement, on obtient surtout le dérivé dibromé $C^{18}H^{32}Br^2O^2$, et l'on ne constate alors aucun dégagement d'acide bromhydrique.

» Cet acide bromé fond à 32° et se solidifie en une masse cristalline, très soluble dans le chloroforme, l'alcool et l'éther; on ne peut l'obtenir cristallisé de ces dissolvants qu'en les enlevant en totalité. Le sel de potassium de cet acide cristallise facilement par refroidissement de sa solution dans l'alcool absolu, en longues aiguilles, extrêmement déliquescentes.

» Ce sel contient :

		Calculé pour $C^{18}H^{31}KBr^2O^2$.
Potassium	8,09	8,17
Brome....................	33,91	33,46

» Le dérivé tétrabromé s'obtient en faisant réagir directement le brome en quantité calculée sur l'acide tartrique en poudre : il y a production de chaleur et dégagement d'un peu d'acide bromhydrique, provenant d'une réaction secondaire; le produit principal, l'acide taririque tétrabromé $C^{18}H^{32}Br^4O^2$, peut être facilement séparé par cristallisation du produit brut de la réaction dans l'alcool fort; il constitue de petits cristaux brillants qui fondent à 125° et possèdent une consistance cireuse toute particulière.

» Cet acide bromé contient :

		Calculé pour $C^{18}H^{32}Br^{4}O^{2}$.
Brome	53,80.	53,33.

» La graisse de tariri est donc bien, d'après ce qui précède, un triglycéride de la formule

$$C^3H^5(C^{18}H^{31}O^2)^3.$$

» On peut rapprocher l'acide taririque d'un produit artificiel, l'acide stéarolique, obtenu par Owerbeck, en faisant agir successivement le brome et la potasse alcoolique sur l'acide oléique : ces deux acides sont isomères; ils diffèrent par leur point de fusion ([1]), leur forme cristalline, la solubilité de leurs sels et par les propriétés de leurs dérivés bromés.

» Cependant, ils ont des propriétés communes, par exemple, celle de ne pas fixer l'hydrogène naissant malgré leur saturation incomplète, celle d'être très stables et de ne pas s'oxyder à l'air comme les acides gras de la série de l'acide oléique $C^nH^{2n-2}O^2$; enfin, pour ces deux acides, les deux premiers atomes de brome se fixent sur leur molécule sans l'intervention, ni de la chaleur, ni de la lumière solaire; au contraire, pour les deux derniers, il faut l'intervention de l'un ou de l'autre de ces deux agents.

» Prochainement, je reviendrai sur l'étude de dérivés qui, j'espère, pourront donner des indications sur la constitution de cet acide. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Influences, dans les terres nues, des proportions d'argile et d'azote organique sur la fixation d'azote atmosphérique, sur la conservation de l'azote et sur la nitrification.* Note de M. **P. Pichard**. (Extrait.)

« .... Interprétation des résultats : *Fixation d'azote atmosphérique par les mélanges de sable et d'argile.* — Les mélanges de sable siliceux pur et d'argile, qui ne renfermaient pas de traces d'azote au début, en contiennent de notables quantités après sept mois, $0^{gr},07$ par kilogramme pour $\frac{1}{10}$ d'argile, $0^{gr},120$ pour $\frac{2}{10}$ et $0^{gr},200$ pour $\frac{3}{10}$. Les doses d'azote fixé croissent à peu près proportionnellement à celles d'argile. On rencontre aussi, dans ces terres, de petites quantités d'azote nitrique et d'azote ammoniacal; pour l'azote nitrique, moins de $\frac{1}{10}$ de l'azote absorbé; pour l'azote ammonia-

(1) L'acide stéarolique fond à 46°,5, l'acide tartrique à 50°,5.

cal de $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{10}$. Ce fait de fixation d'azote atmosphérique concorde avec les résultats signalés par M. Berthelot et d'autres observateurs, et avec ceux que j'avais déjà obtenus, avec moins de netteté, il est vrai, dans mes expériences antérieures (*Comptes rendus*, 9 septembre 1889).

» L'addition de plâtre ($\frac{1}{2}$ pour 100) au sable et à l'argile à $\frac{1}{10}$ augmente légèrement la proportion d'azote fixé, sans doute en réduisant la perte sous forme de carbonate d'ammoniaque; elle accroît aussi les proportions d'azote nitrique et d'azote ammoniacal.

» L'influence de l'argile, comme favorisant la fixation d'azote atmosphérique, se constate aussi dans les mélanges de sables, d'argile et de tourteau de coton, directement pour le sol à $\frac{4}{10}$ d'argile et 1^{gr} d'azote, où il y a eu gain de $0^{gr},126$ d'azote par kilogramme, soit 12,85 pour 100 de l'azote initial; indirectement, dans les sols à $\frac{1}{10}$ et $\frac{2}{10}$ d'argile et 1^{gr} d'azote, où la déperdition d'azote diminue avec l'augmentation de l'argile, 20,57 pour 100, 13,44 pour 100.

» L'addition de plâtre au mélange de sable, d'argile et de tourteau, réduit encore la déperdition et favorise visiblement la fixation d'azote. Ainsi, un mélange à 1^{gr} d'azote et $\frac{1}{10}$ d'argile, n'offre qu'une perte de 1,22 pour 100 d'azote et un mélange à 1^{gr} d'azote et $\frac{3}{10}$ d'argile présente un gain en azote de 4,88 pour 100.

» La substitution du calcaire au plâtre augmente considérablement la déperdition, 31,77 pour 100 au lieu de 1,22.

» Les influences de l'argile sur la conservation de l'azote initial et sur la fixation d'azote atmosphérique se remarquent aussi très nettement dans les terres complètes, renfermant sable, argile, tourteau, plâtre et calcaire.

» Dans les sols contenant environ 2^{gr} et 3^{gr} d'azote organique par kilogramme, l'action de l'argile se fait encore sentir sur la conservation de l'azote, mais n'est pas directement manifeste quant à la fixation d'azote atmosphérique. Dans aucun de ces sols, il n'y a eu gain d'azote.

» *Influences combinées des proportions d'argile et d'azote organique sur la nitrification, dans des terres silico-argileuses plâtrées et très peu calcaires.* — L'influence de la proportion d'argile, dans les limites de 10 à 40 pour 100, sur la nitrification, n'est pas bien nette. Pour la même dose d'azote organique, tantôt elle diminue, tantôt elle augmente la production d'azote nitrique. L'argile paraît agir favorablement pour la dose de 1^{gr} d'acide organique.

» L'accroissement de la quantité d'azote organique, de 1^{gr} à 3^{gr} par kilogramme, est nettement défavorable à la nitrification.

» Non seulement les proportions relatives, mais aussi les quantités absolues d'azote nitrique produit, vont en diminuant à mesure que la dose d'azote organique s'élève de 1^{gr} à 3^{gr}. A quoi tient cette diminution? A l'action insuffisante des microbes destructeurs de la matière organique, vu la masse à détruire et le laps de temps? On remarque, en effet, que la proportion d'azote organique restant est notablement plus élevée dans les terres à 2^{gr} et 3^{gr} d'azote initial que dans les sols à 1^{gr}.

» Cependant, les proportions d'azote ammoniacal dosé sont à peu près aussi élevées dans les sols à 2^{gr} et 3^{gr} d'azote organique que dans les terres à 1^{gr}, et, par suite, la quantité absolue d'ammoniaque produite est supérieure dans les premiers. Il faut en conclure que le carbonate d'ammoniaque n'a pas trouvé des conditions favorables à sa transformation en nitrate, soit par son abondance même, constituant un milieu alcalin malgré la quantité suffisante de sulfate de chaux pour le transformer en sulfate d'ammoniaque, soit par excès de ce dernier sel, soit enfin par insuffisance de calcaire.

» *Conséquences à déduire, au point de vue de la pratique agricole.* — Quand on se proposera, dans la préparation des composts, de transformer de la matière organique azotée peu altérée en nitrate, il n'y aura pas lieu de porter la dose d'azote beaucoup au delà de 1^{gr} par kilogramme du mélange, si l'on veut avoir une nitrification abondante et régulière. L'argile, pure ou à l'état de marne, pourra sans inconvénient y être incorporée, jusqu'à la proportion de 30 pour 100. Le plâtre, à la dose de $\frac{1}{2}$ pour 100, favorisera aussi la nitrification. On sera alors dans de bonnes conditions pour fixer de l'azote atmosphérique en proportions notables. Cette production artificielle d'azote nitrique est d'ailleurs assez limitée et n'atteindra guère, au bout de six mois, dans les circonstances les plus favorables, 50 pour 100 de l'azote organique ou $\frac{1}{2}$ gramme par kilogramme du mélange.

» Si l'on veut se borner, dans un compost, à produire de l'azote ammoniacal, on pourra augmenter la dose d'azote organique par kilogramme du mélange et la porter à 2^{gr}, 3^{gr}, et plus peut-être sans inconvénient, avec incorporation de marne variant de 10 à 40 pour 100, et addition de plâtre aux doses de $\frac{1}{2}$ à 1 pour 100. Le compost ainsi préparé, dilué dans le sol, y nitrifiera rapidement l'ammoniaque qu'il contient.

» Dans les terres végétales, l'azote organique est rarement introduit à la dose de 1^{gr} par kilogramme, à l'état de matière non altérée, encore moins souvent à des doses supérieures. Cependant, beaucoup de sols, tels que les terres de landes en pays granitiques ou schisteux, contiennent 3^{gr}, 4^{gr},

5^{gr}, 6^{gr} et plus d'azote, à l'état d'humus ou de matière organique plus ou moins profondément altérée. Il y a lieu de penser que l'azote, sous cette forme, est beaucoup plus réfractaire à l'action de petites quantités de calcaire et aussi à celle des microbes destructeurs, comme en témoigne son accumulation ; que la production d'ammoniaque dans l'humus est peu abondante et encore moins celle d'azote nitrique, ce que manifeste la pauvre végétation de ces terrains.

» Aussi, dans ces sols où l'on n'a pas à redouter l'arrêt de la nitrification par la production d'un milieu trop ammoniacal, il sera utile d'élever les doses de calcaire, ou d'employer même la chaux vive, en mélange avec le plâtre. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le langage sifflé des Canaries.* Note de M. **J. Lajard**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« M. Bouquet de la Grye, à son retour de Ténériffe, a signalé, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* (¹), l'intérêt que pourrait avoir une étude complète du langage sifflé que possèdent les habitants de l'île de la Gomère, et qui, on le sait, s'entend à de très grandes distances. J'ai été assez heureux pour répondre à cet appel. Durant un séjour aux Canaries, j'ai pu m'assimiler le mécanisme de ce langage d'une manière complète, et siffler moi-même de façon à engager de courts dialogues avec les insulaires.

» Parmi les conclusions de ce travail, plusieurs sont opposées aux rares indications que nous avions sur ce langage. Les anciens chroniqueurs français de la conquête et les auteurs espagnols, tels que don Juan Béthencourt, avaient reconnu, il est vrai, qu'il s'agissait d'un système articulé et M. Quedenfeldt (²) trouvait une certaine analogie entre ce procédé et l'espagnol, mais les *principes* qu'il en donne sont erronés. Ce savant a basé, en effet, son explication sur des notations musicales qui ne se vérifient point.

» Le langage sifflé de la Gomère n'est ni un idiome spécial, ni un sifflet qui cherche à imiter la langue espagnole par des combinaisons plus ou moins compliquées, mais c'est la langue espagnole elle-même, dont l'intensité est renforcée à l'aide du sifflement.

(¹) 1889.
(²) *Zeitschrift für Ethnologie* ; 1886.

» Pendant qu'il parle, le Gomérien introduit les doigts dans la bouche, par deux ou par quatre, à sa guise, ou même isolément, comme nous le voyons faire quelquefois, dans nos rues, pour tirer des sons aigus, et il siffle en même temps avec force. Il en résulte un mélange de la parole et du sifflet, inintelligible aux oreilles non prévenues, mais où, avec quelque attention, on finit par distinguer les mots de la langue. C'est ainsi que plusieurs de mes Collègues de la Société d'Anthropologie ont pu reconnaître quelques phrases espagnoles et françaises que j'ai sifflées, telles que « Venez » ici » et « Attendez-moi et restez là ».

» Le sifflement n'est donc qu'un artifice destiné à porter au loin le son de la voix au détriment de toutes ses qualités, telles que la netteté et le timbre. Ajoutons que ce dernier inconvénient est si grand, que les voyageurs qui ont entendu le langage sifflé jusqu'ici ne l'ont point compris : pour avoir le mot de l'énigme, il fallait siffler soi-même.

» Les phrases sont méconnaissables au point que les bergers eux-mêmes les plus exercés, dans leurs montagnes, m'ont déclaré ne pouvoir pas dire tout ce qu'ils veulent, ou plutôt ne pouvoir pas comprendre tout ce que leur partenaire viendrait à leur dire. Les conversations sifflées sont donc de courte durée.

» Ce curieux usage n'existe pas seulement à la Gomère, je l'ai trouvé à l'île de Fer. Il y a tout lieu de croire qu'il était plus répandu et plus général autrefois qu'aujourd'hui. Il existait au xve siècle incontestablement à Ténériffe. Les passages des chroniques de Boutier et Le Verrier cités par le Dr Verneau le démontrent suffisamment. Le langage sifflé est dû aux Guanches; tous les textes en font foi ([1]). La configuration des vallées étroites et profondes des Canaries a provoqué son développement. Il ne faut toutefois pas s'arrêter là ni comme étude, ni comme explication. A Paris même et dans les environs, dans la plaine de Saint-Denis, il existe des rudiments de langage sifflé dont le mécanisme est identique à celui des Canaries. Ils sont employés par les bouchers et surtout par les voleurs. Les sifflements que nous entendons dans les rues sont souvent conventionnels, mais fréquemment aussi des sobriquets et des noms propres. Ils peuvent donc être identifiés au langage des habitants de la Gomère et de l'île de Fer. Aussi est-ce à mon tour d'appeler sur ce point l'attention des voyageurs et de les prier de signaler tous les lieux où ils auraient

---

([1]) « Les sifflements partaient de tous côtés, si terribles, que les plus braves en étaient émus. » (Dr Chily Naranjo.)

l'occasion d'entendre parler de sifflet. Par là pourra s'accroître l'intérêt qu'il présente déjà, en tant que moyen spécialisé de rendre la pensée. L'homme, vivant en société, possède des moyens divers pour communiquer avec ses semblables. Au langage de la physionomie s'ajoute le langage des gestes qui, comme l'a montré le colonel Garrick Mallery ([1]), a reçu chez les Indiens, en Amérique, un large développement, le cri, la parole avec son essor immense. La parole sifflée constitue à cette dernière une variante digne d'attirer l'attention du philosophe. »

BOTANIQUE. — *Sur la flore pélagique du Naalsoëfjord (îles Feroë).* Note de M. **Georges Pouchet**.

« Pendant un séjour de trois semaines (fin d'août 1890) aux îles Feroë, j'ai pratiqué chaque jour à 11^h une pêche pélagique dans le Naalsoëfjord, détroit qui sépare Thorshaven de l'île de Naalsoë, à un mille environ de la côte. Le Naalsoëfjord long de 5 milles environ sur 2,5 de large, ouvert à ses extrémités sur la pleine mer, est balayé dans les deux sens à chaque marée par des courants énergiques. Il semble par suite que la vie pélagique puisse y être considérée comme représentant celle de la région environnante de l'Atlantique. Les eaux y sont vertes (voir la Carte, que j'ai donnée ailleurs, de la délimitation des eaux vertes et des eaux bleues du Nord Atlantique). Il était, par suite, à prévoir que la vie pélagique y serait surtout représentée par des végétaux, la coloration verte n'étant, comme je l'ai indiqué, que la résultante de la couleur bleue propre aux eaux de l'Océan et de la couleur jaune de la Phycophœine dissoute, dont Millardet avait déjà fait connaître la remarquable fixité.

» Le filet fin, traîné pendant quelques minutes, revient chargé d'un dépôt jaunâtre extrêmement abondant et presque uniquement composé de végétaux bruns. Ce dépôt, au fond des vases où l'on a lavé le filet, verdit après quelques heures, par la mort des végétaux. La coloration verte, la mort, débute en un point et s'étend comme une tache, sans que j'aie pu reconnaître le mécanisme de cette sorte de contagion. J'avais déjà constaté dans l'océan Glacial (mission de Laponie) la coloration verte que prennent très rapidement, par la mort, les Algues brunes, même les Laminaires, alors qu'on n'observe rien de semblable sur nos côtes.

([1]) *The gesture language* (*Annual Report to the Smithsonian Institution*; Washington, 1890).

» Dans le Naalsoëfjord, les animaux, Copépodes, embryons et larves de Mollusques, d'Échinodermes, d'Annélides, de Tuniciers, de Bryozoaires, ne forment qu'une masse relativement très faible de la substance vivante totale des eaux. En estimant celle-ci par les procédés dont je disposais avec mes ressources personnelles, j'ai trouvé, pour les eaux de la surface, la quantité de substance vivante égale à 4^{cc} par mètre cube. Si l'on admet, ce qui est probable en raison du mouvement des eaux dans le détroit, que la quantité de vie est la même dans la profondeur, on peut calculer qu'il existe environ 6000 tonnes de matière vivante, du fait des animaux et surtout des végétaux microscopiques dans le Naalsoëfjord. Ce chiffre correspond assez bien à la quantité moyenne de *Plankton* indiqué depuis par l'expédition allemande dans les eaux de l'Atlantique.

» Les formes d'Algues observées sont essentiellement : Rhizosolenia, Diatomées, Péridiniens. J'ai pu étudier à l'aise le *Gymnodinium Pseudonoctiluca* Pouchet, si remarquable par l'existence d'un tentacule comparable à celui des Noctiluques et dont je n'avais rencontré jusque-là que de très rares exemplaires dans la baie de Concarneau. Mais je dois surtout signaler une Algue flottante, visible à l'œil nu, qui avait déjà frappé mon attention sur la côte de Laponie, en 1882, au point que je fis alors photographier un bocal d'eau puisé à la mer, pour en montrer l'extraordinaire abondance. N'arrivant pas à la déterminer, je l'ai soumise à M. Hariot, qui a reconnu en elle une espèce nouvelle, *Tetraspora Poucheti*. J'ai accepté avec reconnaissance la dédicace d'une espèce qui joue certainement un rôle considérable, peut-être prépondérant dans la biologie des mers septentrionales.

» Enfin, j'insisterai sur le caractère singulièrement fixe de ces pêches pélagiques pratiquées pendant trois semaines dans le Naalsoëfjord, tandis que j'ai appelé depuis longtemps déjà l'attention sur l'extrême variabilité, presque journalière, de la flore et de la faune microscopiques sur nos côtes, dans la baie de Concarneau. »

GÉOLOGIE. — *Sur le crétacé supérieur de la vallée d'Aspe. Son âge et ses relations.* Note de M. J. SEUNES, présentée par M. Fouqué.

« La haute vallée d'Aspe et le bassin de Lescun sont limités au nord par une haute crête calcaire dirigée à peu près est-ouest et continue du pic de Ronglet (est) au pic d'Arlas (ouest). Elle est traversée vers sa

partie médiane par la vallée d'Aspe (défilé d'Accous). Magnan l'a considérée comme carbonifère ([1]). M. Jacquot la rapporte au cambrien ([2]). M. Stuart Menteath s'exprime comme il suit, en parlant des roches du défilé d'Accous ([3]) : « Elles sont encore dévoniennes à la base et *proba-* » *blement* crétacées supérieures au sommet ([4]) ». Ces opinions contradictoires ne sont justifiées par aucune preuve paléontologique.

» Les recherches que j'ai entreprises l'automne dernier dans la vallée d'Aspe pour le service de la Carte géologique de France m'ont permis de relever un certain nombre de coupes et de recueillir des matériaux qui me permettent de préciser l'âge (turonien) et les relations de ces calcaires ainsi que leur étendue.

» Au pic de Soumcouy (nord-ouest de Lescun) la crête en question se relie à un plateau montagneux (2133^{m} environ d'altitude), se coude brusquement vers le sud, en passant par les pics de Contende, la Pène Blangue et d'Ansabère. Un peu à l'est du port d'Anso elle se dirige vers le sud-est. On la retrouve au lac d'Estanès, au Pas d'Aspe et Santa-Christina. Elle dessine donc dans son ensemble un U dont les branches sont dirigées sensiblement vers le sud-est et enserrent une région de montagnes et de vallées orientées nord-sud et appartenant au dévonien, au calcaire carbonifère, au houiller et au permien.

» Toute la crête située sur le territoire français (du pic de Ronglet au port d'Anso) est *turonienne* ([5]); elle est formée de bancs calcaires gris blanchâtre, grisâtres ou noirâtres, souvent siliceux et prenant dans ce cas, sous l'influence des agents atmosphériques, un aspect grenu dû à la silice; ils sont également souvent dolomitiques ([6]).

([1]) Magnan, *Matériaux pour une étude stratigraphique des Pyrénées et des Corbières* (*Mémoires de la Société géologique de France,* série II, t. X, Pl. I, fig. 12. *Couches situées au sud d'Accous.* Pl. III. *Carte géologique*).

([2]) Jacquot, *Carte géologique de France au millionième* (n° 20).

([3]) Stuart Menteath, *Note sur la constitution géologique des Pyrénées* (*Bull. Soc. géol. de France,* 3e série, t. XVI, p. 50, ligne 2).

([4]) C'est très probablement d'après les indications de M. Stuart Menteath que MM. Carez et Vasseur ont indiqué sur leur Carte une large bande crétacée au sud d'Accous.

([5]) Au lac d'Estanès (Espagne) le crétacé débute par des bancs puissants de brèche rouge et est surmonté : 1° de calcaires turoniens à *Lacazina, Hippurites, Polypiers;* 2° de calcaires sans fossiles; 3° de calcaires (Maestrichtiens) *Ananchites tenuituberculatus, Orbitoides gensacica.*

([6]) Ces calcaires dolomitiques se distinguent difficilement des calcaires dolomitiques gris blanchâtre, grisâtres et parfois un peu noirâtres, renfermant divers polypiers paléozoïques et recouverts par le houiller; ils forment : 1° une crête calcaire parallèle

» Au port d'Anso, les bancs crétacés plongent légèrement vers l'ouest-sud-ouest, s'étendent, du côté de l'Espagne, en un large plateau accidenté et montrent leurs tranches déchiquetées et arides du côté de la France; en gravissant le port d'Anso, on les voit nettement reposer sur les tranches redressées du houiller [1].

» Ils débutent par quelques bancs de grès grossiers, poudinguiformes et renferment : *Hippurites giganteum*, *Sphærulites* Sp., *Polypiers astréens*.

» Plus au nord, entre le pic d'Anie et le pic de Soumcouy, ils *renferment la même faune*, débutent également par des bancs de grès grossiers, et reposent en discordance sur les tranches de schistes noirs, avec bancs de grès subordonnés, dans lesquels est pincé un lambeau de calcaire gris violacé, pétris par place de débris de fossiles; quelques bancs renferment des *Orthoceras* de grande taille. J'ai recueilli : *Trilobites*, Ind., *Orthoceras,* Ind., *Goniatites sphæricus,* Sow., *G. striatus,* Sow., *G. crenistriatus,* Phill. Les exemplaires sont communs et identiques aux échantillons signalés par M. Ch. Barrois dans les calcaires griottes des Asturies [2].

» A partir du pic de Soumcouy (pas d'Azuns) jusqu'au delà du pic Arapoup, la bande crétacée plonge fortement vers le nord et est en relation par faille avec les calcaires griottes; cependant, au nord des Bains de Labérouet, un lambeau de houiller (grès et schistes à plantes) s'interpose entre le crétacé et les calcaires griottes.

» A mesure qu'on se rapproche du défilé d'Accous, les fossiles sont de plus en plus rares; en ce dernier point, j'y ai trouvé des *Polypiers astréens* et des fragments de test très épais pincés dans la roche que M. Munier-Chalmas a reconnus appartenir à des *Actionelles.*

» En résumé, les calcaires de la crête en question renferment la même faune que les calcaires turoniens du pic de Ger, reposant sur les schistes dévoniens (Coquand), et que ceux des Eaux-Chaudes et de Goust, reposant sur le granite (Hébert). Ils appartiennent donc incontestablement au turonien. Les relations que nous avons signalées démontrent en outre que la transgressivité discordante de la mer turonienne a été plus considérable que celle du cénomanien.

Il reste, d'une part, à rechercher de quelle manière cette crête se relie aux calcaires de Goust, des Eaux-Chaudes et du pic de Ger, et d'autre part à préciser l'âge des calcaires dolomitiques, connus sous le nom de *dalle*,

---

à la branche transverse de la crête crétacée, allant du ruisseau d'Anaye vers le port d'Anso en passant par le signal de Billière (ouest de Lescun); 2° une crête calcaire au nord d'Urdos (défilé du Portalet); 3° une crête calcaire au sud d'Urdos (défilé du Lazaret).

[1] Grès et schistes avec *Calamites, Pecopteris*, dirigés sensiblement nord-sud; un peu à l'est, les calcaires dolomitiques avec Polypiers paléozoïques sont renversés sur le houiller.

[2] Ch. Barrois, *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de Galice* (*Mém. Soc. géol. du Nord*, t. II, p. 292, Pl. XIV, fig. 1).

qu'on observe aux Eaux-Bonnes et au sud de Laruns (gorge du Hourat), que M. Jacquot place dans le cambrien, M. Beaugey dans le dévonien, et que M. Stuart Menteath suppose crétacé. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 JANVIER 1892.

Paris port de mer, par A. BOUQUET DE LA GRYE. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; in-8°.

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. — Rapports du Jury international,* par M. ALFRED PICARD. Groupe VI : *Outillage et procédés des industries mécaniques.* (1re Partie), classes 48 et 49. Paris, Imprimerie nationale, 1891; gr. in-4°.

Bulletin de la Société géologique de France, 3e série, tome XIX. Paris, 1890 à 1891; fasc. in-8°.

Bulletin. — Documents officiels. — Statistique. — Rapports. — Comptes rendus de missions en France et à l'étranger. Paris, Imprimerie nationale, déc. 1891; fasc. in-8°.

L'Anthropologie, sous la direction de MM. CARTAILHAC, HAMY, TOPINARD, 1891, tome II, n° 6; novembre-décembre. Paris, G. Masson; fasc. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées, 1891, novembre. Paris, Dunod; broch. in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1892, 58e année. Bruxelles, Hayez, 1892; in-8°.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 18 JANVIER 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *de Quatrefages,* Membre de la Section d'Anatomie et Zoologie, décédé à Paris, le mardi 12 janvier.

Les obsèques ont eu lieu le samedi 16.

Notice sur Sir Georges Biddel Airy, *Associé étranger de l'Académie;* par M. **Faye**.

« Le décès de M. Airy remonte au 2 janvier. Il est mort dans sa quatre-vingt-onzième année et il aurait vécu plus longtemps encore, grâce à sa solide constitution, si une chute n'avait nécessité une opération chirurgicale dont les suites ont très probablement abrégé ses jours.

» Né à Alnwich (Northumberland) le 27 juillet 1801, il fut élu, à Cambridge, en 1826, *Lucasian professor of Mathematics*, et se fit connaître par ses travaux et ses découvertes en Optique : par celle de la réflexion elliptique du diamant, l'explication des franges de Talbot et surtout par son Mémoire *Sur la double réfraction du quartz*, qui se résume dans la belle expérience des spirales d'Airy. Il était dès lors un des plus éminents partisans de la doctrine des ondulations et des idées de Fresnel.

» En 1828, il fut élu *Plumian professor of Astronomy*, charge qui lui donnait, en outre, la direction de l'Observatoire de l'Université de Cambridge. Ce fut là l'origine de sa carrière astronomique qu'il a si brillamment parcourue, surtout depuis l'époque où il quitta Cambridge pour la direction de l'Observatoire de Greenwich, en 1836, jusqu'en 1881, date à laquelle il résigna ses fonctions.

» Il a été le sixième Astronome royal depuis la fondation de l'Observatoire de Greenwich en 1675. Ses prédécesseurs étaient : Flamsteed, le créateur de l'*Astronomia Cœlestis Britannica;* Halley, célèbre par la comète périodique qui porte son nom, par la découverte de l'accélération du moyen mouvement de la Lune, par la méthode des passages de Vénus qu'il a le premier recommandée à la postérité, et surtout par la publication de l'œuvre immortelle de Newton, *Philosophiæ naturalis Principia mathematica;* Bradley, le plus grand astronome de son temps, qui a découvert l'aberration et la nutation; Maskelyne, qui le premier a introduit la précision dans les observations méridiennes, et pesé la Terre avec la montagne du Shehallien; Pond, qui a si profondément modifié l'outillage moderne des observatoires en obligeant les astronomes à renoncer aux grands quarts de cercle des plus fameux artistes pour adopter les cercles entiers.

» Digne successeur de ces hommes illustres, dès longtemps connu par de beaux travaux sur l'Optique, sur la figure de la Terre, et sur une foule de questions de Mécanique qui lui ont valu la réputation d'un ingénieur hors ligne qu'il fallait consulter en toute occasion, Airy a doté l'Observatoire de Greenwich de son colossal cercle méridien, de son altazimut avec lequel il a fait observer la Lune dans des parties de son orbite qui avaient été dénuées, jusqu'à lui, de toute observation, de sa lunette zénithale, instrument merveilleux d'invention dont on saura tirer plus tard un grand parti, bien qu'il ne s'applique actuellement qu'à l'étoile γ du Dragon, qui reste constamment au zénith de Greenwich et que déjà Bradley avait observée, etc.

» Mais ce qui frappe le plus dans cette longue et brillante carrière,

c'est l'infatigable persévérance avec laquelle Airy a poursuivi, pendant cinquante ans, non seulement la tâche d'observer, en toute occasion, le Soleil, la Lune et toutes les planètes, mais aussi de réduire, jour par jour, ces observations et de les comparer aux Tables astronomiques, afin de fournir aux Géomètres les données nécessaires pour perfectionner leurs théories, et de publier, année par année, cette masse d'observations systématiquement faites et prêtes à être utilisées par les théoriciens. Il a mérité qu'on lui appliquât les paroles du célèbre Secrétaire perpétuel de notre Académie, de Delambre, faisant l'éloge des travaux de l'Observatoire de Greenwich :

» Si, par quelque grande révolution, les Sciences avaient péri et que ces observations eussent survécu au désastre, elles suffiraient, à elles seules, pour reconstruire l'édifice entier de l'Astronomie.

» C'est là ce que l'on peut dire justement de l'œuvre d'Airy, dont nous n'avons pu donner, dans ces courtes lignes, qu'une idée bien imparfaite. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la masse de l'atmosphère.* Note de M. MASCART.

« On calcule habituellement la masse de gaz qui constitue l'atmosphère en l'assimilant à celle d'une couche de mercure qui couvrirait le sol, et dont la hauteur est définie par la pression moyenne.

» Si l'on fait abstraction de la vapeur d'eau et que l'on appelle hauteur *réduite* H de l'atmosphère celle d'une couche de même densité (dans le sens de masse spécifique) qu'au niveau de la mer, et qui ferait équilibre à la pression B du baromètre, les hauteurs H et B sont en raison inverse des densités correspondantes. On a donc, à la température t,

$$\frac{H}{B} = \frac{13600}{1,293} \frac{0^m,760}{B} \frac{273+t}{273},$$

$$H = 7994^m \frac{273+t}{273}.$$

» Le rayon R de la Terre étant de 6378^{km}, il en résulte

$$\frac{H}{R} = \frac{1}{798} \frac{273+t}{273}.$$

» Cette évaluation n'est qu'approchée, car on a supposé la gravité constante et l'on n'a pas tenu compte de l'agrandissement sensible des sur-

faces sphériques à mesure qu'on s'écarte du sol. L'erreur peut être notable, comme je vais essayer de le montrer, en supposant que l'atmosphère est en équilibre et négligeant les effets dus à la rotation.

» Si l'on désigne par p la pression, g la gravité et ρ la densité de l'air à la hauteur h, on a

$$dp = -\rho g\, dh.$$

En indiquant par l'indice o les termes relatifs à la surface et posant

$$p_0 = \rho_0 g_0 \mathrm{H}, \qquad s = \frac{h}{\mathrm{R}+h} = 1 - \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{R}+h},$$

où la quantité H représente, comme plus haut, la hauteur réduite de l'atmosphère, il en résulte

$$(1) \qquad \frac{dp}{p_0} = -\frac{\rho}{\rho_0}\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{H}}\frac{\mathrm{R}\,dh}{(\mathrm{R}+h)^2} = -\frac{\rho}{\rho_0}\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{H}}\,ds.$$

» Cette première équation n'implique aucune hypothèse, si ce n'est qu'on a négligé en chaque point les variations de gravité dues aux couches atmosphériques situées plus bas.

» Admettons d'abord que la température soit constante et que la loi de Mariotte reste applicable jusqu'aux plus faibles pressions. Le rapport des densités est alors égal à celui des pressions; par suite

$$\frac{dp}{p} = -\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{H}}\,ds, \qquad \frac{p}{p_0} = \frac{\rho}{\rho_0}\,e^{-\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{H}}s}.$$

C'est la formule connue de Laplace. Elle donne bien une pression à peu près nulle dès que la quantité s, toujours inférieure à l'unité, prend une valeur sensible, puisque le rapport $\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{H}}$ est voisin de 800. Toutefois, en dehors des considérations physiques qui ne permettent pas de supposer la température constante, cette expression ne peut pas représenter exactement le phénomène, parce qu'elle conduirait à une masse infinie.

» Si l'on pose, d'une manière générale,

$$\frac{\rho}{\rho_0} = f(s),$$

la fonction $f(s)$ étant égale à l'unité pour $s = 0$, continuellement décroissante, et nulle pour $s = 1$, la masse d'air $d\mathrm{M}$ relative à la hauteur dh est

$$d\mathrm{M} = 4\pi(\mathrm{R}+h)^2\rho\, dh = 4\pi\mathrm{R}^3\rho_0\frac{f(s)}{(1-s)^4}\,ds.$$

Désignant par K la hauteur d'une couche homogène de densité ρ_0 et de même masse totale, on peut écrire

$$M = \frac{4}{3}\pi\left[(R+K)^3 - R^3\right]\rho_0 = 4\pi R^3 \rho_0 \frac{K}{R},$$

$$(2) \qquad \frac{K}{R} = \int_0^1 \frac{f(s)\,ds}{(1-s)^4}.$$

» Pour que la masse M soit limitée et que le rapport $\frac{K}{R}$ reste très petit, il serait donc nécessaire que le rapport $f(s)$ des densités renfermât $(1-s)^4$ en facteur. En particulier, toute forme exponentielle est inadmissible.

Si l'on appelle T la température absolue du gaz, les lois de Mariotte et de Gay-Lussac donnent

$$\frac{\rho T}{p} = \frac{\rho_0 T_0}{p_0} = \frac{T_0}{g_0 H},$$

et l'équation différentielle devient

$$(3) \qquad \frac{dp}{p} - \frac{R}{H}\frac{T_0}{T}\,ds.$$

» Une seconde hypothèse consiste à admettre que la température est définie par la condition qu'une masse d'air, s'élevant dans l'atmosphère, n'éprouve aucun gain ni perte de chaleur par rayonnement ou conductibilité, c'est-à-dire suive une transformation adiabatique.

» On trouve alors que la pression, la densité et la température deviendraient nulles à une hauteur de 28^{km} à 30^{km}. Ce résultat est encore très éloigné de la vérité, mais en sens contraire, car on est certain qu'il existe de l'air à des hauteurs beaucoup plus grandes et, si l'atmosphère est réellement limitée, la limite doit être beaucoup plus élevée.

» En effet, M. Jesse a pu photographier, au milieu de la nuit, des nuages, dits lumineux, de deux stations assez éloignées pour que leur parallaxe, rapportée aux étoiles voisines, parût déterminée avec une grande exactitude, et la hauteur dépassait parfois 80^{km}; la pression doit encore être notable dans ces régions pour que les cristaux de glace y soient maintenus en suspension. D'autre part, l'observation des poussières cosmiques, des bolides et surtout des aurores polaires, indique des altitudes supérieures à 200^{km} et même à 500^{km}.

» D'après ce que l'on sait sur les décharges électriques, on est conduit à admettre que la densité des gaz n'est pas nulle à ces hauteurs et doit être de même ordre que celles qui restent dans les tubes à gaz raréfiés,

c'est-à-dire d'un millionième environ de la densité relative aux conditions normales.

» Nous représenterons le rapport des densités par l'expression

$$(4)\qquad \frac{\rho}{\rho_0} = f(s) = (1-s)^4 e^{-\alpha s},$$

qui donne, d'après l'équation (2),

$$\frac{K}{R} = \frac{1}{\alpha}(1-e^{-\alpha}) \quad \text{ou sensiblement} \quad \frac{K}{R} = \frac{1}{\alpha}.$$

» La quantité d'air située au-dessus de la hauteur h est une fraction $e^{-\alpha s}$ de la masse totale.

» Supposons, pour fixer les idées, qu'à la hauteur de 700^{km}, où $s = \frac{1}{10}$, la densité soit réduite à une fraction 10 000 fois plus faible qu'un millionième, c'est-à-dire à 10^{-10}; on a alors

$$10^{-10} = (0,9)^4 e^{-\frac{\alpha}{10}},$$
$$\alpha = 217,7.$$

» Il en résulte, pour la température de 10°,

$$\frac{H}{R} = \frac{1}{770}, \quad \frac{K}{H} = \frac{770}{218} = 3,53.$$

La masse de l'atmosphère serait ainsi presque quadruplée.

» Dans ces conditions, la quantité d'air située au delà de 700^{km} n'est qu'une fraction de la masse totale inférieure à 10^{-9}, et l'on ne fait pas une erreur de $\frac{1}{1000}$ en limitant l'intégration à l'altitude de 200^{km}, où la densité serait réduite à moins de $\frac{1}{1000}$.

» Toutefois, cette valeur du coefficient α conduirait à des pressions trop grandes pour les altitudes modérées, mais on peut se rapprocher davantage des observations.

» La hauteur du baromètre à différentes altitudes et la température correspondante de l'air permettent de calculer le rapport des densités, car on a, par l'équation (4),

$$\alpha = \frac{1}{s} l (1-s)^4 \frac{\rho_0}{\rho}.$$

» On remarquera, d'abord, que les stations basses ne peuvent donner qu'une approximation insuffisante, car les erreurs correspondantes des

quantités ρ et α sont

$$\frac{d\rho}{\rho} = - s\, d\alpha.$$

» Pour l'altitude de 640^{m}, le facteur s est égal à $\frac{1}{100000}$, de sorte que le coefficient α changerait de 10 unités pour une erreur de $\frac{1}{1000}$ sur le rapport des densités; or, les corrections des instruments, et surtout l'influence qu'exercent les reliefs du sol sur la décroissance des températures, ne permettent guère d'espérer une plus grande approximation.

» D'autre part, si B est la lecture barométrique à la hauteur h, la correction de gravité donne pour la pression réelle $B(1-s)^2$, et l'on a

$$\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{B_0}{B(1-s)^2}\frac{T}{T_0},$$
$$\alpha = \frac{1}{s} l(1-s)^2 \frac{B_0}{B}\frac{T}{T_0}.$$

» Je prendrai d'abord, comme exemple, l'observation de Bravais et Martins sur le mont Blanc, à 4815^{m}, où la pression barométrique était de 755^{mm} et la température $-7°,6$, pendant qu'on avait, à l'Observatoire de Genève, situé à l'altitude de 408^{m}, 727^{m},45 et 19°,3. On en déduit pour le niveau de la mer, par la formule barométrique, 762^{m},95 et 21°,7; le coefficient α, calculé par l'observation du mont Blanc, est de 637.

» De même, la moyenne des observations faites pendant quinze années sur le Pike's Peak, à 4311^{m}, donne pour la hauteur du baromètre 451^{mm},02 et une température de $-7°,06$. En admettant que la pression moyenne au niveau de la mer soit 763^{mm} et la température 16°, il en résulte $\alpha = 653,2$.

» Il serait plus correct de soumettre la formule à une série d'épreuves échelonnées, mais on possède très peu d'observations météorologiques à différentes hauteurs que l'on puisse utiliser pour une étude semblable. En outre, la température est singulièrement modifiée dans les stations de montagne et l'on connaît mal les conditions qui conviendraient aux mêmes altitudes dans l'air libre.

» Sous ces réserves, on trouve dans le réseau des observations autrichiennes plusieurs stations assez rapprochées, dont la latitude est voisine de 47° et dont les altitudes varient jusqu'à 3105^{m} pour le Sonnblick. On a ainsi, pour les moyennes de l'année 1889, en tenant compte des correc-

tions que M. Hann a bien voulu me communiquer et calculant les valeurs relatives au niveau de la mer par des stations basses :

Stations.	Altitude.	$s.10^6$.	Baromètre.	Température.	α.
	m		mm	o	
Sonnblick...........	3105	486,6	519,12	— 7,1	654,7
Obir...............	2044	320,3	594,07	— 0,5	653,9
Rathausberg........	1935	303	601,85	0,9	660,3
Schafberg..........	1776	278,4	613,45	0,9	655,4
Kolm Saigurn.......	1604	251,4	625,67	2,3	667,8
Bruck-sur-Mur......	488	76,6	718,85	7,4	625,8
Niveau de la mer....	0	0	762,50	10,5	»

» Abstraction faite du dernier nombre, qui correspond à une altitude trop faible, les résultats sont entièrement conformes à l'équation (4), car la correction du baromètre est incertaine pour les stations du Rathausberg et de Kolm Saigurn, qui s'en écartent le plus, et les températures ne paraissent pas suivre la même loi. Si l'on adopte la valeur moyenne $\alpha = 660$, il en résulte

$$\frac{H}{R} = \frac{1}{769}, \qquad \frac{K}{H} = \frac{769}{660} = 1 + \frac{1}{6}.$$

On obtient ainsi, pour la masse totale de l'atmosphère, une valeur supérieure de $\frac{1}{6}$ à celle que fournit le calcul approché. L'observation du mont Blanc, avec $\alpha = 637$, et celle du Pike's Peak avec $\alpha = 653$, donneraient à peu près le même excès.

» Pour $\alpha = 660$, la densité de l'air à 64^{km} de hauteur, où $s = \frac{1}{100}$, devient

$$\frac{\rho}{\rho_0} = (1 - 0{,}01)^4 \, e^{6,6} = 0{,}0013,$$

et la quantité d'air située au delà ne représente pas $\frac{1}{700}$ de la masse totale.

» Il est bien difficile d'admettre qu'un air aussi raréfié soit capable de maintenir en suspension les gouttelettes d'eau, ou plutôt les cristaux de glace, qui forment les nuages; il est donc à présumer que la densité diminue finalement d'une manière moins rapide.

» Cette discussion est sans doute bien conjecturale, puisqu'on étend les formules au delà des limites des observations, et je ne la présente qu'avec une grande réserve; mais la marche du phénomène ne paraît pas douteuse, et la correction relative à la vapeur d'eau ne changerait pas beaucoup les résultats.

» D'ailleurs, les lois physiques dont on fait usage ne sont plus applicables aux régions supérieures de l'atmosphère; il est même probable que la densité n'est pas une simple fonction de la hauteur, quelle que soit la distribution des températures, et que la superposition de deux couches identiques, dont chacune est en équilibre, ne constituerait pas une atmosphère en équilibre stable.

» Enfin le problème devient bien plus complexe, si l'on fait intervenir les mouvements intérieurs de l'atmosphère et la tumescence qui doit se produire dans la zone équatoriale, par suite du mouvement de rotation.

» Il paraîtra peut-être légitime d'en conclure que l'on commet une erreur notable, impossible à préciser, en évaluant la masse totale de l'atmosphère par la pression qu'elle exerce à la surface du sol.

» Ajoutons cependant que, s'il n'est pas permis, en toute rigueur, de représenter le rapport des densités par une simple formule exponentielle, qui conduirait à une masse totale inadmissible, l'objection n'a plus de portée quand on utilise ces formules pour évaluer la quantité d'air que rencontre un faisceau de rayons lumineux; cette quantité d'air est alors comparable à celle que renferme une colonne verticale de section constante, et demeure limitée. Les théories de la réfraction atmosphérique, en particulier celles de Laplace et de Bessel, qui reposent sur des expressions analogues, restent donc à l'abri de ce genre de critiques. »

MÉCANIQUE. — *Nouvelle Note sur la résistance et les faibles déformations des ressorts en hélice;* par M. **H. Resal**.

« 1. *L'extrémité* A_0 *est encastrée; à l'autre extrémité* A_1, *est appliquée une force* P *parallèle à* Oz. — L'encastrement en A_0 est supposé tel qu'il rend invariables la tangente et le plan osculateur en ce point, ce qui peut être réalisé par l'emploi de trois couteaux au lieu de deux qui sont suffisants pour la flexion simple des prismes. Dans tout ce qui suit, nous prendrons $\frac{E}{\mu} = \frac{5}{2}$ ($E = 2.10^{10}$ pour l'acier et $E = 10^{10}$ pour le laiton).

» Soient θ_1, z_1 les valeurs de θ, z pour le point A_1; Γ' le plus grand effort que doit supporter le ressort, on a

$$\begin{aligned}\mathfrak{M}_u &= PR\sin(\theta - \theta_1),\\ \mathfrak{M}_v &= PR[1 - \cos(\theta - \theta_1)]\sin i,\\ \mathfrak{M}_\xi &= PR[1 - \cos(\theta - \theta_1)]\cos i,\end{aligned}$$

et

$$(14') \qquad \frac{2uP'R\sin i}{I_v} = \Gamma, \qquad \frac{2\tau P'R\cos i}{I_\xi} = \frac{4}{5}\Gamma,$$

$$\delta\frac{\rho}{\tau} = \frac{PR^2}{EI_\xi \cos i}\left[\frac{5}{2} - \frac{I_\xi}{I_v}\operatorname{tang}^2 i - \left(\frac{5}{2} - \frac{I_\xi}{I_v}\operatorname{tang}^2 i + \frac{I_\xi}{I_u \cos^2 i}\right)\cos(\theta - \theta_1)\right],$$

$$\delta z_1 = \frac{3PR^3\cos i}{2EI_\xi}\left\{\left(\frac{5}{2} - \frac{I_\xi \operatorname{tang}^2 i}{I_v} + \frac{I_\xi}{3I_u\cos^2 i}\right)\theta_1 - \frac{2}{3}\left[\left(\frac{5}{2} - \frac{I_\xi}{I_v}\operatorname{tang}^2 i\right)\left(1 - \frac{1}{2}\cos^2\theta_1\right) + \frac{I_\xi}{2I_u\cos^2 i}(1 - \cos\theta_1)\right]\sin\theta_1\right\}.$$

» Comme un ressort se compose de sept spires au minimum, on peut, sans grande erreur, négliger dans δz_1 le terme en $\sin\theta_1$. La dilatation longitudinale du ressort $\Delta = \frac{\delta z_1}{z_1} = \frac{\delta z_1}{R \operatorname{tang} i\theta_1}$, qui en mesure le degré d'élasticité, a alors pour expression

$$(16) \qquad \Delta = \frac{3PR^2\cos i}{EI_\xi \operatorname{tang} i}\left(\frac{5}{2} - \frac{I_\xi}{I_v}\operatorname{tang}^2 i + \frac{I_\xi}{3I_u\cos^2 i}\right).$$

» Nous allons maintenant nous occuper des deux cas pratiques :

» (*a*) *Section circulaire.* — Si c désigne le rayon de la section, on a

$$I_\xi = \frac{\pi c^4}{2} = 2I_u = 2I_v, \qquad u = v = c.$$

» Les conditions de résistance (14′) deviennent

$$e^3 = \frac{8P'R\sin i}{\pi\Gamma}, \qquad e^3 = \frac{5P'R\cos i}{\pi\Gamma},$$

et comme $\operatorname{tang} i < \frac{5}{8}$, c'est la seconde de ces valeurs qui devra être adoptée.

» En donnant à i sa moyenne valeur 11°, on trouve

$$e^3 = 1,562\frac{P'R}{\Gamma}, \qquad \Delta = 15,074\frac{PR^2}{Ee^4}.$$

» (*b*) *Section rectangulaire.* — Soient $2b > 2c$ les côtés parallèles à

$\overline{mv}$, $\overline{mu}$, le côté $2b$ étant nécessairement inférieur au pas. On a

$$I_u = \tfrac{4}{3} b^3 c, \qquad I_v = \tfrac{4}{3} b c^3, \qquad I_\xi = I_u + I_v, \qquad u = c, \qquad r = \sqrt{b^2 + c^2},$$

$$(14'') \qquad \left\{ \begin{array}{ll} bc^2 & = \dfrac{3 P' R \sin i}{2 \Gamma}, \\ bc\sqrt{b^2 + c^2} & = \dfrac{15 P' R \cos i}{8 \Gamma}, \end{array} \right.$$

$$(16'') \quad \Delta = \frac{2 P R^2 \cos i}{E\, bc(b^2 + c^2) \tan g\, i} \left[\frac{5}{2} - \frac{b^2 + c^2}{c^2} \operatorname{tang}^2 i + \frac{1}{3} \frac{b^2 + c^2}{b^2} (1 + \operatorname{tang}^2 i) \right].$$

» Selon que

$$\frac{b}{c} \overset{=}{>} \sqrt{\frac{17}{12} \cot^2 i - \frac{1}{3} + \sqrt{\left(\frac{17}{12} \cot^2 i - \frac{1}{3} \right)^2 + \frac{1}{3}}},$$

la dilatation Δ sera nulle ou négative, et la pièce cessera d'être un ressort. Pour $i = 11°$, la limite supérieure de $\frac{b}{c}$ est 8,65.

» Dans l'hypothèse de $b = c$, $i = 11°$, on a

$$c^3 = 0{,}920 \frac{P' R}{\Gamma}, \qquad \Delta = 8{,}979 \frac{P R^2}{E c^4}.$$

» Supposons qu'on veuille obtenir un ressort tel qu'il résiste également à la flexion et à la torsion, c'est-à-dire tel que les équations (14″) soient compatibles. En éliminant b entre ces équations, on trouve

$$c^6 \left[\left(\frac{5}{4} \cot i \right)^2 - 1 \right] = \left(\frac{3}{2} \frac{P' R \sin i}{\Gamma} \right)^2.$$

» Comme, dans le coefficient de τ^6, l'unité est négligeable devant l'autre terme, on a

$$c^3 = \frac{6}{5} \frac{P' R \sin i \operatorname{tang} i}{\Gamma},$$

par suite,

$$\frac{b}{c} = \frac{3 P' R \sin i}{2 \Gamma c^3} = \frac{5}{4} \cot i,$$

rapport dont la moyenne valeur entre $i = 10°$ et $\iota = 12°$ diffère peu de 6,5. En admettant cette moyenne et $i = 11°$, on trouve

$$c^3 = 0{,}4 \frac{P' R}{\Gamma}, \qquad \Delta = 0{,}129 \frac{P R^2}{E e^4}.$$

» 2. *Le ressort se raccorde en* A_1 *avec une partie courbe, peu accentuée, dont l'extrémité, qui aboutit à l'axe* Oz, *reçoit l'action d'une force* P *dirigée suivant cet axe.* — On a

$$\mathfrak{M}_u = 0, \qquad \mathfrak{M}_v = PR\sin i, \qquad \mathfrak{M}_\xi = PR\cos i,$$

$$\delta\frac{\rho}{\tau} = \frac{PR^2}{EI_\xi \cos i}\left(\frac{5}{2} - \frac{I_\xi}{I_v}\operatorname{tang}^2 i\right),$$

et, en négligeant $\frac{\sin\theta_1}{\theta_1}$ devant l'unité,

$$\Delta = \frac{PR^2 \cos i}{EI_\xi \operatorname{tang} i}\left(\frac{5}{2} - \frac{I_\xi}{I_v}\operatorname{tang}^2 i\right).$$

» 3. *En* A_1 *le ressort fait corps avec une tige, dont l'axe de figure est tangent à la section droite du cylindre, et à l'extrémité de laquelle agit normalement et dans le plan de la section une force* P. — En désignant par mR la longueur de la tige, on a

$$\mathfrak{M}_u = 0,$$

$$\mathfrak{M}_v = PR[m + \sin(\theta_1 - \theta)]\cos i,$$

$$\mathfrak{M}_\xi = PR[1 + m\sin(\theta_1 - \theta)]\sin i,$$

$$\delta\frac{\rho}{\tau} = -\frac{PR^2 \operatorname{tang} i}{EI_\xi \cos i}\left(\frac{I_\xi}{I_v} - \frac{5}{4}\right)\left[m\cos\left(\theta - \theta_1 + \frac{\pi}{2}\right)\right],$$

$$\delta z_1 = -\frac{PR^2}{EI_\xi}\sin i\left(\frac{I_\xi}{I_v} - \frac{5}{4}\right)\left[m(\theta_1 - \sin\theta_1) + \frac{1}{2}\cos^2\theta_1\right].$$

» Le ressort se raccourcit et la diminution de sa longueur est de l'ordre i par rapport à l'allongement obtenu dans chacune des deux dispositions précédentes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la statistique solaire de l'année* 1891. Note de M. **Rod. Wolf**.

« Des observations solaires faites à l'Observatoire fédéral de Zurich et des observations magnétiques faites à l'Observatoire de Milan, je viens de déduire pour l'année dernière, en employant la méthode établie par moi il y a un bon nombre d'années, les valeurs suivantes pour les moyennes mensuelles des nombres relatifs (r), pour les variations en déclinaison (v),

et pour les accroissements (Δr et Δv) que ces quantités ont reçus depuis les époques correspondantes de l'année 1890 :

1891.	Zurich. r.	Δr.	Milan. v.	Δv.
Janvier	17,1	11,0	3,71	0,69
Février	23,0	22,1	4,51	—0,30
Mars	10,0	4,7	7,85	0,36
Avril	19,4	17,9	10,58	1,90
Mai	43,2	38,6	10,70	3,00
Juin	48,7	47,3	10,36	1,52
Juillet	59,1	47,7	10,98	2,41
Août	32,6	24,9	9,96	1,96
Septembre	52,1	35,4	8,55	1,45
Octobre	50,4	39,3	8,49	—0,23
Novembre	41,0	33,8	4,73	1,63
Décembre	30,6	23,4	8,85	0,31
Moyenne	35,6	28,8	7,77	1,22

» Il résulte de ce Tableau que les nombres relatifs et les variations magnétiques ont tous deux continué à augmenter, et que le parallélisme entre ces deux séries, si différentes en apparence, persiste d'une manière remarquable. On ne trouvera guère exagérée cette assertion si l'on voit, par exemple, que la formule

$$\Delta v = 0{,}045 . \Delta r,$$

que j'ai déduite autrefois pour l'Europe, donne, pour l'année dernière,

$$\Delta v = 0{,}045 . 28{,}8 = 1', 30,$$

c'est-à-dire une valeur qui ne diffère que de 8 centièmes du résultat de l'observation.

» J'ajoute qu'une discussion très soigneuse des nombres relatifs et des variations des années précédentes m'a donné plusieurs résultats très intéressants ([1]), et m'autorise entre autres à fixer l'époque commune du dernier minimum à

1889,6. »

([1]) J'en publierai le détail dans un numéro de mes *Astronomische Mittheilungen*.

M. **Arloing** fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. Chauveau, d'un Volume contenant les Leçons professées par lui à Lyon, sur la tuberculose et certaines septicémies.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

La **Compagnie continentale d'exploitation des locomotives sans foyer** soumet au jugement de l'Académie divers documents propres à mettre en évidence les avantages que présente un nouveau type de *machine à foyer*.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. **Leloutre** adresse ses remerciements à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique de Wolf, faites en* 1891 *au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux, par MM.* G. Rayet, L. Picart *et* Courty. Note de M. **G. Rayet**, présentée par M. Mouchez.

Comète périodique de Wolf.

Dates 1891.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s					
Juin 27.....	11.52. 6,8	0.41.17,29	$-\bar{1}$,666	64°.52'.56",4	—0,776	1	G. Rayet
Juill. 10.....	12. 0.28,1	1.15.17,10	$-\bar{1}$,675	62.58.36,5	—0,745	2	G. Rayet
11.....	12.16.39,0	1.17.59,08	$-\bar{1}$,675	62.51. 7,9	—0,728	3	G. Rayet
12.....	12.16.12,6	1.20.39,41	$-\bar{1}$,675	62.44.25,1	—0,727	4	G. Rayet
13.....	11.50.17,6	1.23.15,16	$-\bar{1}$,673	62.39. 6,1	—0,755	5	L. Picart
Août 9.....	10.54.53,9	2.36. 4,10	$-\bar{1}$,678	61.47.35,2	—0,768	6	L. Picart
12.....	10.35.43,2	2.44. 0,16	$-\bar{1}$,672	61.59.41,7	—0,784	7	L. Picart
13.....	10.24. 7,0	2.46.36,50	$-\bar{1}$,667	62. 4.32,7	—0,794	8	L. Picart
14.....	10.59.46,7	2.49.17,79	$-\bar{1}$,677	62.10. 6,4	—0,759	9	L. Picart
Sept. 5.....	10.56.47,3	3.39.21,85	$-\bar{1}$,662	66.11.11,8	—0,746	10	G. Rayet
6.....	11.18.54,7	3.44.53,21	$-\bar{1}$,657	66.28.20,8	—0,727	11	G. Rayet
7.....	11.25.58,5	3.47. 1,36	$-\bar{1}$,653	66.45.58,3	—0,721	12	Courty
8.....	11. 4.17,4	3.49. 5,07	$-\bar{1}$,658	67. 3.21,0	—0,735	13	G. Rayet

Dates 1891.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Sept. 9.....	11.45.10,7	3.51.11,68	$-\bar{1},638$	67.22.20,7	−0,698	14	G. Rayet
10.....	11.26.11,6	3.53.12,68	$-\bar{1},647$	67.41.11,6	−0,719	15	G. Rayet
15.....	11. 5.36,0	4. 2.49,19	$-\bar{1},648$	69.23.27,9	−0,737	16	L. Picart
25.....	11.29.15,8	4.19.14,66	$-\bar{1},613$	73.24.37,5	−0,725	17	L. Picart
28.....	10. 3.31,9	4.23.20,32	$-\bar{1},620$	74.46.14,9	−0,744	18	L. Picart
30.....	10.30.21,5	4.25.53,39	$-\bar{1},631$	75.43.27,6	−0,763	19	L. Picart
Oct. 2.....	10.35.15,1	4.28.14,95	$-\bar{1},625$	76.41.40,3	−0,758	20	Courty
3.....	11.31.57,8	4.29.23,81	$-\bar{1},582$	77.12.12,5	−0,735	21	L. Picart
4.....	10.45.47,6	4.30.24,12	$-\bar{1},616$	77.41.17,0	−0,757	22	G. Rayet
5.....	11. 0. 8,0	4.31.25,18	$-\bar{1},600$	78.12. 2,6	−0,750	23	G. Rayet
13.....	10.22. 9,1	4.37.43,88	$-\bar{1},607$	82.23.36,1	−0,774	24	L. Picart
28.....	10.13.40,9	4.41.32,62	$-\bar{1},564$	90.31.36,9	−0,798	25	L. Picart
29.....	9.59.57,9	4.41.27,45	$-\bar{1},575$	91. 2.48,2	−0,800	26	Courty
30.....	9.42.39,0	4.41.19,69	$-\bar{1},587$	91.33.42,3	−0,798	27	L. Picart
31.....	9. 7.29,4	4.41. 9,23	$-\bar{1},609$	92. 3.54,7	−0,801	28	L. Picart
Nov. 1.....	9.35.37,6	4.40.54,95	$-\bar{1},585$	92.34.36,8	−0,805	29	L. Picart
2.....	9.12.51,7	4.40.41,71	$-\bar{1},600$	93. 4.47,1	−0,803	30	Courty
4.....	9.58.16,7	4.40. 6,25	$-\bar{1},546$	94. 4.56,0	−0,811	31	Courty
5.....	11. 8.50,3	4.39.43,19	$-\bar{1},413$	94.35. 8,9	−0,820	32	Courty
6.....	9.44.41,0	4.39.20,18	$-\bar{1},555$	95. 1.45,8	−0,814	33	L. Picart
7.....	10.34.19,2	4.38.55,55	$-\bar{1},476$	95.29.39,1	−0,817	34	G. Rayet
8.....	10.20.21,5	4.38.18,86	$-\bar{1},487$	95.57.37,3	−0,824	35	G. Rayet
28.....	9.31.46,6	4.26.16,21	$-\bar{1},465$	102.44.52,7	−0,858	36	L. Picart
Déc. 17.....	10. 2.21,5	4.16.19.97	$-\bar{2},739$	104.50.46,2	−0,884	37	G. Rayet
18.....	9.46.41,0	4.16. 1,48	$-\bar{2},880$	104.51.17,0	−0,884	38	L. Picart
19.....	10. 8.54,3	4.15.44,14	$-\bar{2},400$	104.51.15,9	−0,885	39	G. Rayet
20.....	10.28. 3,4	4.15.28,20	$+\bar{2},280$	104.50.45,4	−0,885	40	G. Rayet
21.....	10.11.50,6	4.15.14,55	$-\bar{3},757$	104.49.58,7	−0,886	41	G. Rayet
22.....	9.12.12,4	4.15. 2,45	$-\bar{1},054$	104.48.34,7	−0,881	42	L. Picart
25.....	9.58.32,0	4.14.34,47	$+\bar{4},973$	104.41.47,3	−0,885	43	L. Picart
27.....	11.39.42,5	4.14.24,48	$+\bar{1},289$	104.34.24,0	−0,875	44	G. Rayet

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1891,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1....	Weisse$_2$. H. O, n° 971	0.38.51,08	+0,38	64.58. 3,2	+12,08
2....	Weisse$_2$. H. I, n°s 307-308	1.17.20,41	+0,59	64.55.16,2	+ 1,01
3....	Weisse$_2$. H. I, n° 395	1.20.37,96	+0,61	63. 0.57,1	+ 0,96
4....	Weisse$_2$. H. I, n°s 478-479	1.24. 2,21	+0,62	62.51.33,4	+ 0,79
5....	D. M. + 27°, n° 244	1.27. 2,50	+0,64	62.38.18,0	+ 0,40
6....	Weisse$_2$. H. II, n° 759	2.33.48,20	+1,19	61.52.45,0	− 4,29

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s		
7....	Bonn + 27°, n° 447	2.45.13,25	+1,24	62°. 0'.18",7	— 4",53
8....	Bonn + 27°, n° 453	2.48. 6,85	+1,25	62. 7.15,8	— 4,72
9....	Bonn + 17°, n° 453	2.48. 6,85	+1,29	62. 7.15,8	— 4,87
10....	η Taureau — Connaissance des Temps	3.41. 0,22	+1,74	66.13.57,0	— 8,60
11....	Elkin — Positions des Pléiades, n° 54	3.42.28,26	+1,74	66.28.36,4	— 8,71
12....	Bonn + 23°, n° 572	3.44.47,30	+1,72	66.42.35,6	— 8,86
13....	½(Weisse₂. H. III, n° 1052 — Paris 4599)	3.50.36,04	+1,76	67. 8.29,5	— 9,83
14....	Weisse₂. H. III, n° 1034	3.49.33,26	+1,79	67.11.17,0	— 9,13
15....	Weisse₂ H. III, n° 1048	3.50.27,54	+1,82	67.35,55,8	— 9,36
16....	Bonn + 20°, n° 700	4. 0.31,09	+1,90	69.12.21,4	—10,11
17....	Paris 5060	4.17. 9,76	+2,08	73.28.28,4	—11,73
18....	½(Weisse₂. H. IV, n° 414 — Rumker. H. IV, n° 1200)	4.21.22,85	+2,13	74.39.19,4	—12,12
19....	½(Weisse₂. H. IV, n° 418 — Armagh₂, n° 948)	4.22.12,58	+2,18	75.30. 5,6	—12,44
20....	½(Weisse₁. H. IV, n° 463 — Armagh₂, n° 960)	4.24.28,81	+2,21	76.30.48,1	—12,59
21....	Weisse₁. H. IV, n° 669	4.33. 3,40	+2,20	77.12.39,8	—12,67
22....	½(Weisse₁. H. IV, n° 642 — Paris 8719)	4.32. 3,55	+2,22	77.42.28,4	—12,88
23....	Weisse₁. H. IV, n° 582	4.29.29,73	+2,26	78. 7.30,0	—13,14
24....	Weisse₁. H. IV, n° 736	4.35.48,28	+2,40	82.23. 6,6	—14,15
25....	Bonn — 0°, n° 775	4.42.55.75	+2,65	90.25. 0,7	—15,01
26....	Weisse₁. H. IV, n° 901	4.43.45,98	+2,67	91. 3.35,9	—15,04
27....	½(Weisse₁. H. IV, n° 888 — Paris 5506)	4.43. 6,86	+2,68	91.32.56,3	—15,07
28....	Weisse₁. H. IV, n° 879	4.42.52,92	+2,70	92. 3.42,6	—15,07
29....	Weisse₁. H. IV, n° 895	4.43.16,53	+2,72	92.49.36,3	—15,03
30....	Weisse₁. H. IV, n° 938	4.45. 4,61	+2,73	93. 6.53,3	—14,99
31....	Weisse₁. H. IV, n° 858	4.41.24,30	+2,77	93.51. 9,4	—15,00
32....	Weisse₁. H. IV, n° 796	4.38.26,06	+2,80	94.30.14,0	—15,06
33....	Weisse₁. H. IV, n° 709	4.34. 6,56	+2,82	95. 6.25,5	—15,30
34....	Schjellerup, n° 1534	4.41. 1,54	+2,82	95.26.39,3	—14,87
35....	½(Weisse₁. H. IV, n° 779 — Paris 5402)	4.37. 9,35	+2,85	95.57.54,4	—14,93
36....	½(Schjellerup, n°s 1460-61 — Paris 5249)	4.28. 1,83	+3,11	102.46,23,8	—12,35
37....	Weisse₁. H. IV, n° 225	4.13.14,18	+3,21	104.54.21,7	— 9,00
38....	Weisse₁. H. IV, n° 225	4.13.14,18	+3,22	104.54.21,7	— 8,82
39....	Weisse₁. H. IV, n° 225	4.13.14,18	+3,22	104.54.21,7	— 8,63
40....	Weisse₁. H. IV, n° 225	4.13.14,18	+3,22	104.54.21,7	— 8,45
41....	Weisse₁. H. IV, n° 305	4.16.40,87	+3,23	104.47.12,5	— 8,20
42....	Weisse₁. H. IV, n° 305	4.16.40,87	+3,23	104.47.12,5	— 8,15
43....	Weisse₁. H. IV, n° 296	4.16.29,79	+2,23	104.31.57,3	— 7,48
44....	Weisse₁. H. IV, n° 296	4.16.29,79	+3,22	102.31.57,3	— 7.15

» La comète a encore été observée en janvier 1892. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales des équations différentielles du premier ordre, possédant un nombre limité de valeurs.* Note de M. P. PAINLEVÉ, présentée par M. Émile Picard.

« Soit une équation du premier ordre

$$(1) \qquad y' = \mathrm{R}[y,(x)] = \frac{\mathrm{A}_q y^q + \ldots + \mathrm{A}_0}{\mathrm{B}_r y^r + \ldots + \mathrm{B}_0},$$

où les coefficients A, B dépendent algébriquement de x. Si l'intégrale générale ne prend qu'un nombre limité n de valeurs autour des points critiques mobiles, on peut lui donner la forme

$$(2) \qquad \gamma = \frac{y^n + \alpha_{n-1} y^{n-1} + \ldots + \alpha_0}{y^{n-1} + \beta_{n-2} y^{n-2} + \ldots + \beta_0} = \frac{f[y,(x)]}{g[y,(x)]}$$

avec la condition

$$\frac{d\gamma}{dx} = \mathrm{M}\gamma^2 + \mathrm{N}\gamma + \mathrm{P},$$

les α, β, M, N, P s'exprimant rationnellement en fonction des coefficients A, B. Si on la résout par rapport à la constante C qui entre au premier degré dans γ, l'équation (2) devient

$$(3) \qquad \mathrm{C} = \frac{\mathrm{F}[y,(x)]}{\mathrm{G}[y,(x)]},$$

F et G étant de degré n en y.

» Nous supposons la relation (3) *irréductible;* autrement dit, C ayant une valeur arbitraire, si x parcourt le plan des x sans tourner autour des points critiques fixes, les n valeurs de y déterminées par (3) se permutent toutes entre elles. Il n'y aura d'exception que pour des valeurs particulières de C : parmi ces valeurs, nous appellerons valeurs *remarquables* celles pour lesquelles plusieurs déterminations de y coïncident quel que soit x. Soient (pour une valeur remarquable c) α, β, ..., δ les degrés de multiplicité des λ racines distinctes : $y = a_1(x)$, $y = a_2(x)$, ..., $y = a_\lambda(x)$. Si ν désigne le plus grand des nombres q et $r+2$, k le nombre des valeurs remarquables c_1, c_2, ..., c_k, on a

$$\nu = 2n - \sum_{i=1}^{i=k} (\alpha_i - 1) + (\beta_i - 1) + \ldots + (\delta_i - 1) = \sum_{i=1}^{i=k} \lambda_i + n(2-k).$$

» D'autre part, $y - a_1(x)$ entre en facteur à la puissance $(\alpha - 1)$ dans le premier membre de l'équation

$$g \frac{df}{dy} - f \frac{dg}{dy} = 0.$$

» Si donc α est plus grand que 1, $a(x)$ est algébrique : pour $C = c$, $\gamma(x)$ est lui-même algébrique ainsi que toutes les fonctions $y(x)$ déterminées par (3). Il suit de là que *si l'intégrale est transcendante, il ne saurait exister plus de deux valeurs remarquables de* C.

» Quand le nombre des valeurs remarquables est moindre que 2, n est inférieur à ν. S'il en existe deux, on a $\nu = \lambda_1 + \lambda_2$; d'où la possibilité d'écrire l'intégrale ainsi :

$$(4) \qquad C = a(x)\,[y - a_1(x)]^{i_1}\,[y - a_2(x)]^{i_2} \ldots [y - a_\nu(x)]^{i_\nu};$$

les i sont des entiers (positifs ou négatifs) premiers entre eux. Si n dépasse $2\nu - 1$, la forme (4) est *unique*, et les fonctions $a_j(x)$, ainsi que les nombres i, sont déterminées *algébriquement*; $a(x)$ dépend d'une quadrature.

» Nous arrivons ainsi à ce théorème : *On peut toujours reconnaître si l'intégrale d'une équation* (1) *est une fonction* transcendante *qui ne prend qu'un nombre fini (non donné) de valeurs autour des points critiques mobiles et l'équation se ramène alors algébriquement à une équation de Riccati*. Il y a toutefois un cas exceptionnel où l'on détermine y en fonction algébrique de $\gamma(x)$, γ satisfaisant à une équation

$$\frac{d\gamma}{dx} = \gamma N(x),$$

sans qu'on sache distinguer si γ est une fonction transcendante ou algébrique de x. Mais l'équation (1) se trouve alors intégrée par une quadrature.

» Le théorème précédent subsiste (sans cas exceptionnel) *si les coefficients de* (1) *sont des fonctions transcendantes de x, qui s'expriment algébriquement à l'aide d'une même fonction* $u(x)$. Il convient pourtant de mettre à part les équations où $u(x)$ et sa dérivée satisfont à une relation algébrique : ces équations se ramènent immédiatement à avoir leurs coefficients algébriques.

» La recherche des intégrales algébriques est plus compliquée. Quand on sait que le nombre K des valeurs remarquables est moindre que 3, les

résultats précédents s'appliquent. D'une manière générale, il faut considérer les branches d'intégrales *isolées* qui passent par les points x_0, y_0, *nœuds ou cols* de l'équation (1). Ces branches se divisent en groupes auxquels correspondent des systèmes S d'entiers $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_l$, premiers entre eux.

» Parmi ces systèmes, considérons seulement les systèmes Σ où tous les λ ne sont pas égaux à 1, et soit σ leur nombre. Le nombre K est au plus égal à $\sigma + 2$. On forme, de plus, avec les entiers λ un nombre fini de combinaisons qui déterminent les rapports des exposants $\alpha, \beta, \ldots, \delta$ relatifs à chaque valeur remarquable c. Enfin, si $F - cG$ est une puissance exacte j de $H[y, (x)]$, une branche remarquable passant par un nœud appartient à la courbe $H = 0$, et à cette branche correspond un entier $\mu (\mu > 1)$ qui divise j. Les entiers λ et μ se calculent, sur l'équation différentielle, par des opérations linéaires. *De là résulte le moyen de trouver une limite supérieure de n* : 1° *quand il n'existe pas de systèmes* Σ ; 2° *quand les entiers* μ *et tous les entiers* λ *des systèmes* Σ *sont plus grands que* 2 ; 3° *quand les mêmes* λ *sont plus grands que* 5 ; etc.

» Il convient de compléter la méthode par l'adjonction des égalités relatives à la classe, au genre, à l'intersection des intégrales, égalités que j'ai introduites antérieurement (voir les *Comptes rendus*, mai 1890). Mais si étendus que soient les cas où n se trouve ainsi limité, la solution n'est pourtant pas générale. Les cas où l'intégrale est algébrique, de genre plus grand que zéro, et admet plus de deux valeurs remarquables échappent *nécessairement* à la méthode.

» Les résultats obtenus plus haut s'étendent à *une équation quelconque algébrique en* y', y *et* x. *On peut toujours reconnaître si l'intégrale d'une telle équation est une fonction transcendante qui ne prend qu'un nombre fini de valeurs autour des points critiques mobiles ou bien on intègre l'équation par une quadrature.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème arithmétique de M.* Poincaré. Extrait d'une Lettre de M. **Victor Stanievitch** à M. Hermite.

« A la première page des *Comptes rendus* de la séance du 14 décembre 1891, se trouve une Note de M. Poincaré sur la distribution des nombres premiers de la forme $4n + 1$.

» Permettez-moi de vous communiquer une démonstration bien simple des résultats de M. Poincaré et de résultats analogues, qui concernent la distribution des nombres premiers de la forme $4n+3$ et plus généralement de la forme $kn+l$, k étant premier avec l.

» Je prends pour point de départ les valeurs approximatives de certaines sommes, qu'on trouve dans le Mémoire de M. Mertens : *Ein Beitrag zur analytischen Zahlentheorie*, inséré dans le tome 78 du *Journal de Crelle*, en 1874.

» La formule (21) de ce Mémoire donne la relation

$$(1)\qquad \sum_{3}^{x} \frac{1}{p} = \frac{1}{2}\log\log x + \theta A,$$

où la somme s'étend à tous les nombres premiers de la forme $4n+1$ inférieurs à x, A est une constante déterminée et la valeur de θ est comprise entre -1 et $+1$.

» Afin de pouvoir tirer parti de la formule (1), il faut avoir une relation entre la somme (1) et le nombre des nombres premiers de la forme $4n+1$ inférieurs à x, que je désignerai par $P(x)$. Cette relation est donnée par la formule

$$(2)\qquad \int_{3}^{x} P(x)\frac{dx}{x^2} = \sum_{3}^{x}\frac{1}{p} - \frac{P(x)}{x},$$

qui est un cas particulier d'une formule générale, que je me permettrai de démontrer en quelques mots.

» Étant donnée une suite (p) de nombres croissants

$$(p)\qquad p_1,\quad p_2,\quad p_3,\quad \ldots,\quad p_n,\quad \ldots,$$

et $F(x)$ désignant le nombre des nombres de la suite (p) inférieurs à x, on a la relation

$$(3)\qquad -\int_{p_1}^{x} F(x)f'(x)\,dx = \sum_{p_1}^{x} f(p) - F(x)f(x),$$

où $f(x)$ est une fonction continue quelconque et la somme s'étend à tous les nombres de la suite (p) inférieurs à x.

» En effet, supposons x contenu entre les limites p_n et p_{n+1}, et parta-

geons l'intégrale en plusieurs autres comme il suit

$$\begin{aligned}
-\int_{p_1}^{x} F(x)\,df(x) &= -\int_{p_1}^{p_2} F(x)\,df(x) - \int_{p_2}^{p_3} F(x)\,df(x) - \ldots \\
&\quad - \int_{p_{n-1}}^{p_n} F(x)\,df(x) - \int_{p_n}^{x} F(x)\,df(x) \\
&= -f(p_2) + f(p_1) - 2f(p_3) + 2f(p_2) - \ldots \\
&\quad - (n-1)f(p_{n-1}) + (n-1)f(p_n) - nf(x) + nf(p_n) \\
&= \sum_{p_1}^{x} f(p) - F(x)f(x).
\end{aligned}$$

» Il est clair que cette relation subsiste lorsque x atteint l'une des valeurs comprises dans la suite (p).

» La formule (3) donne une équation différentielle; en l'intégrant, on trouve la relation suivante dont j'aurai besoin

$$F(x) = \frac{\sum_{p_1}^{x} f(p)}{f(x)} + \int_{p_1}^{x} \sum_{p_1}^{x} f(p)\,\frac{f'(x)}{f^2(x)}\,dx. \tag{4}$$

» Remarquant que $\frac{P(x)}{x}$ est plus petit que 1, les deux formules (1) et (2) donnent la relation

$$\int_{3}^{x} \left[P(x) - \frac{ax}{2\log x} \right] \frac{dx}{x^2} = \frac{1-a}{2} \log\log x + \theta_1 A_1.$$

» Partageons l'intégrale en deux autres, l'une prise entre les limites de 3 à x_0 et l'autre de x_0 à x; la première intégrale étant indépendante de x, on aura

$$\int_{x_0}^{x} \left[P(x) - \frac{ax}{2\log x} \right] \frac{dx}{x^2} = \frac{1-a}{2} \log\log x + \varepsilon C, \tag{5}$$

où x_0 est un nombre quelconque plus petit que x, C est une constante déterminée pour chaque valeur de x_0 et la valeur de ε est comprise entre -1 et $+1$.

» Cette relation montre que, quelle que soit la valeur de x, on pourra toujours attribuer à x une valeur assez grande pour que l'intégrale (5) soit positive, si $a < 1$ et négative, si $a > 1$.

» Le second théorème de M. Poincaré est ainsi démontré; quant au pre-

mier, il est une conséquence immédiate du second et des formules (3) et (4), si l'on y fait $F(x) = P(x)$ et $f(x) = \log x$.

Le Mémoire mentionné plus haut de M. Mertens contient la formule plus générale

$$\sum_{2}^{x} \frac{1}{p} = \frac{\log \log x}{\varphi(k)} + \theta A,$$

où la somme s'étend à tous les nombres premiers de la forme $kn + l$ inférieurs à x et $\varphi(k)$ désigne le nombre des nombres premiers avec k et plus petits que k. Par des considérations tout à fait semblables aux précédentes, cette dernière relation conduit aux théorèmes suivants :

» *Le nombre des nombres premiers de la forme $kn + l$ inférieurs à x est une infinité de fois plus petit que $\frac{ax}{\varphi(k) \log x}$, si $a > 1$, et une infinité de fois plus grand que $\frac{ax}{\varphi(k) \log x}$, si $a < 1$.*

» *La somme des logarithmes des nombres premiers de la forme $kn + l$ inférieurs à x est une infinité de fois plus petite que $\frac{ax}{\varphi(k)}$, si $a > 1$ et une infinité de fois plus grande que $\frac{ax}{\varphi(k)}$, si $a < 1$.*

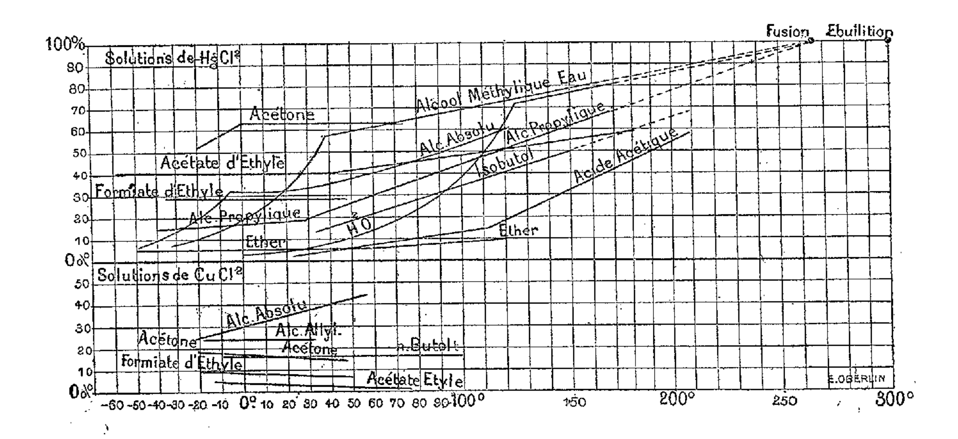
» J'ajouterai encore, qu'au moyen des formules qu'on trouve dans le Mémoire de Dirichlet sur la progression arithmétique, la méthode, employée par M. Tchebycheff dans sa *Théorie des congruences* à l'étude de la fonction qui exprime le nombre des nombres premiers inférieurs à une limite donnée, peut être étendue aux nombres premiers de la forme $kn + l$. On arrive dans ce cas à des résultats tout à fait analogues aux résultats de M. Tchebycheff. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les composés organiques comme dissolvants des sels.* Note de M. A. **Etard**, présentée par M. Henri Moissan.

« I. Si les lignes de solubilité des sels dans l'eau commencent à être assez bien connues, il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit des autres dissolvants. Dans quelques cas peu nombreux, on a mesuré un point de solubilité saline dans l'alcool ou l'éther, en vue d'applications médicales ; mais la marche générale du phénomène en fonction de la température reste encore inconnue pour les divers milieux liquides.

» L'eau, en raison de ses propriétés physiques et chimiques tout à fait spéciales, est un dissolvant exceptionnel. On ne peut le comparer à aucun autre, car il se combine en diverses proportions à la plupart des sels, tout en jouant le rôle de dissolvant. Cette double action rend très incertaines les conclusions qu'on essaye de tirer des expériences.

» Les liquides organiques forment rarement des combinaisons avec les sels, et c'est sans doute pour cette raison qu'il est si difficile de trouver parmi ces derniers des corps solubles à la fois dans plusieurs milieux. Les bichlorures anhydres de mercure et de cuivre ont cependant permis de faire les mesures qui se trouvent graphiquement résumées dans le Tableau ci-dessous :



» II. *Solutions de bichlorure de mercure*. — L'eau dissout le sublimé corrosif entre 0° et 120° selon une courbe. A partir de cette température, et jusqu'à 150°, les points se trouvent en ligne droite. Malheureusement les expériences ne peuvent être poussées bien loin, car au delà de 150° la dissociation du sel est si manifeste qu'il se forme du chlore libre au sein de la liqueur. En outre, les solutions qui, jusqu'à 120° environ, déposent par refroidissement les aiguilles bien connues de $HgCl^2$ anhydre, laissent voir à des températures plus hautes, des paillettes blanches nacrées rappelant par leur forme l'iodure mercurique.

» L'alcool méthylique absolu est, parmi les composés organiques, un des plus voisins de l'eau. C'est de l'eau dont un hydrogène a été remplacé par un radical carburé aussi limité que possible CH^3. Aussi le bichlorure de mercure se dissout dans ce liquide comme dans l'eau, à cela près que la

courbe correspondante est bien moins étendue (elle va de $-35°$ à $+38°$); la droite, par contre, s'établit entre 38° et 130°.

» L'alcool éthylique absolu présente une perturbation double entre $-50°$ et $+60°$ environ. A partir de là on a une droite.

» Dans les liquides organiques, comme dans l'eau, le bichlorure se dépose en paillettes à chaud, puis il réagit bientôt comme chlorurant.

» Pour les deux premiers termes de la série des alcools, CH^3-OH, C^2H^5-OH, l'influence de la fonction OH représentant l'eau conserve encore aux lignes de solubilité la courbure observée avec ce liquide. Pour les alcools suivants, l'importance croissante que prennent les groupes C^3H^7, C^4H^9, C^5H^{11}, dans la molécule, se manifeste par une simplification des tracés; toute courbure disparaît. Avec les alcools propylique, butylique, isobutylique et amylique, on a des droites. Il en est de même pour quelques autres corps organiques tels que l'éther, l'acétone, l'acide acétique glacial et les éthers acétique et formique. Ce choix de liquides permet de comparer l'influence de l'homologie et de l'isomérie aussi bien que celle des fonctions chimiques.

» III. *Solutions de chlorure de cuivre*. — Le chlorure de cuivre brun anhydre a été dissous dans les liquides suivants : alcools éthylique, propylique, isopropylique, allylique, butylique normal; acétone, eau, éthers acétique et formique. Dans tous les cas on observe des droites dont quelques-unes *décroissent* à mesure que la température s'élève. Dans bien des cas le chlorure cuprique brun peut donner des solutions brunes ou vertes. Ainsi avec l'alcool méthylique à froid, il se fait une liqueur brune; celle-ci, chauffée à 30°, donne naissance à un précipité cristallisé vert $CuCl^2, 2CH^4O$ soluble désormais en vert. Ces réactions, comparables à celles des hydrates, mais plus simples, permettront de mieux étudier le mécanisme de la solubilité.

» IV. Dans une Communication précédente j'ai signalé l'existence de droites de *solubilité constante* (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 854). Avec les liquides autres que l'eau, ce phénomène paraît se produire fréquemment. Voici, à titre d'exemple, la solubilité du sublimé dans l'acétate d'éthyle :

$-50°$.	$-20°$.	$-14°$.	$-6°$.	$0°$.	$+7°$.	$+19°$.	$+35°$.
39,5	40,3	39,8	40,0	39,7	39,9	40,2	40,1

Moyenne : 39,9.

» Si la solution avait la formule moléculaire $2HgCl^2, 9C^4H^8O^2$, on devrait trouver 40,6 pour 100 $HgCl^2$.

» Dans certaines solutions constantes de cuivre, on relève encore les rapports :

	Exige.	Solubilité.
$CuCl^2$, $7CH^3OH$	37,4	37,5
$CuCl^2$, $5CH^3-CH^2-CH^2OH$	30,8	30,7
$CuCl^2$, $8CH^2=CH-CH^2OH$	22,4	22,8

Il convient enfin de remarquer qu'avec les liquides organiques comme avec l'eau, on peut observer des droites de solubilité limite dirigées vers le point de fusion. D'après deux groupes d'expériences relatives à l'acide acétique et à l'isobutol, la continuité de la ligne de solubilité et du point d'ébullition de $HgCl^2$ paraît également certaine. Ce fait, dont je compte poursuivre la démonstration, établirait pour les sels un lien direct entre l'état gazeux et l'état dissous. »

CHIMIE. — *Action de l'oxyde de carbone sur le fer et le manganèse.* Note de M. **Guntz.**

« L'action de l'oxyde de carbone sur les oxydes de fer a été très étudiée, à cause de l'importance de cette réaction en métallurgie.

» Slammer observa, le premier, qu'en faisant passer, à une température inférieure à celle du ramollissement du verre, de l'oxyde de carbone sur de l'oxyde de fer, on obtient, à côté du fer réduit, une quantité considérable d'un charbon volumineux.

» M. Schützenberger a reconnu depuis que, contrairement à l'opinion de Gruner, on peut produire, par le fer pur, la décomposition de l'oxyde de carbone exempt d'acide carbonique : comme, dans cette action, il se forme toujours de l'acide carbonique, il admit que l'affinité du fer pour le carbone détermine la décomposition de CO en $C + CO^2$ suivant la formule

$$2CO = C + CO^2.$$

» Dans des expériences que je poursuis sur l'activité chimique considérable des métaux provenant de la distillation de leurs amalgames dans le vide et à basse température (250°-280°), j'ai été amené à faire passer de l'oxyde de carbone sur du fer ainsi préparé. On constate que, vers le rouge sombre, le fer semble absorber de l'oxyde de carbone, en même temps qu'il noircit par un dépôt de charbon; il se dégage aussi de l'acide carbonique, mais en faible quantité.

» J'ai répété ensuite la même expérience en employant, à la place du fer, un métal de la même famille, le manganèse, dont les affinités chimiques sont plus énergiques. Du manganèse pur, préparé par distillation dans le vide de l'amalgame préparé par électrolyse du chlorure de manganèse, fut chauffé vers 400° dans un tube de verre dans un courant d'oxyde de carbone pur. On constate que, à un moment déterminé, le manganèse rougit en un point; on cesse alors de chauffer et on augmente la vitesse du courant de CO; le manganèse brûle dans le courant gazeux et la chaleur dégagée suffit pour porter le métal au rouge blanc; en même temps, l'oxyde de carbone est absorbé totalement, si rapide que soit le courant gazeux; il se produit même, tellement l'absorption de CO est rapide et complète, un vide partiel dans l'appareil.

» Cette absorption de CO sans dégagement gazeux peut s'expliquer de deux manières : il y a combinaison pure et simple du manganèse avec l'oxyde de carbone, pour former un manganèse carbonyle, ou bien il y a décomposition de ce gaz suivant la formule $Mn + CO = MnO + C$. Cette dernière réaction est la seule possible dans ces circonstances, vu le dégagement considérable de chaleur qui se produit dans cette réaction. En effet, on a

$$Mn + CO = MnO \text{ précipité} + C \text{ amorphe} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +34,5$$

» On peut prouver la formation de MnO et du carbone, de la manière suivante; on prend le produit noir ainsi obtenu et on le traite par un acide étendu, acide sulfurique ou chlorhydrique : il se dissout du protoxyde de manganèse et il reste du carbone très divisé, combustible sans résidu lorsqu'on le chauffe sur la lame de platine. En même temps que MnO se dissout, il se dégage un peu d'hydrogène provenant du manganèse non attaqué. L'hydrogène a toujours une odeur caractéristique assez agréable, due probablement à des carbures d'hydrogène provenant de l'action de l'acide sur le carbure de manganèse formé en petite quantité.

» Cette action du manganèse sur l'oxyde de carbone nous permet de donner la théorie de ce qui se passe avec le fer; il y a, au contact du fer divisé, décomposition de l'oxyde de carbone

$$Fe + CO = FeO + C.$$

» L'oxyde de carbone en excès réagit partiellement sur FeO formé, pour donner CO^2, et c'est ce qui explique la présence constante de CO^2 dans le

gaz et celle de FeO dans le fer métallique, ainsi que les causes de l'erreur de la théorie de Gruner.

» Si la réaction est simple et complète avec le manganèse, cela tient à ce que, comme l'a montré M. Moissan, le protoxyde de manganèse est irréductible par CO à toutes les températures, ce qui n'a pas lieu pour l'oxyde de fer, et que, de plus, le manganèse brûle avec la même facilité dans CO^2 que dans CO, en donnant également, dans ce cas, MnO + C,

$$2Mn + CO^2 = 2MnO + C,$$

comme je l'ai vérifié.

» Il est à remarquer qu'à très haute température les protoxydes de manganèse et de fer, chauffés avec du charbon, donnent le métal et de l'oxyde de carbone, c'est-à-dire la réaction inverse de celle qui se passe vers 500°.

» Cette réaction, à cause de cela, doit avoir une grande influence dans la métallurgie du fer; elle explique pourquoi, dans une certaine zone du haut fourneau, le fer spongieux, rencontrant de l'oxyde de carbone, s'oxyde en donnant du carbone et du protoxyde de fer; que, dans une autre zone, cet oxyde de fer est réduit par l'oxyde de carbone pour donner du fer et de l'acide carbonique, et que, finalement, en passant dans les zones chaudes du haut fourneau, le fer, au contact de carbone très divisé, se carbure avec facilité [1]. »

CHIMIE. — *De l'action du carbone sur le sulfate de sodium, en présence de la silice*. Note de M. **Scheurer-Kestner**.

« On admet, généralement, que les réactions qui s'opèrent entre les sulfates alcalins, le charbon et la silice, dans la fabrication du verre ou des silicates solubles, sont représentées par l'équation

$$2RSO^4 + C = 2SO^2 + CO^2 + 2RO.$$

La proportion du charbon réducteur a une grande importance. Si elle est insuffisante, le verre est incomplet et renferme du sulfate alcalin ; si elle

(1) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy.

est trop considérable, le verre est sulfureux. Sa dissolution, dans le cas du silicate de sodium, noircit les sels de plomb. Mais il est un fait qui a, depuis longtemps, attiré mon attention : c'est que la quantité de charbon nécessaire dépasse considérablement celle qui répond à l'équation ci-dessus. Celle-ci exige, pour 100 parties de sulfate de sodium, par exemple, 4,22 de carbone, tandis qu'on peut en élever la proportion au triple, sans formation de sulfure de sodium, et qu'il faut en employer plus du double pour arriver à décomposer complètement le sulfate de sodium. J'ai donc étudié cette réaction, en analysant les gaz qui se produisent dans son cours.

» A cet effet, je me suis servi d'un creuset en terre de Hesse, muni d'un couvercle ou bouchon en terre réfractaire, lequel était rendu adhérent au creuset, et étanche, au moyen de ficelles en amiante; le tout était recouvert d'une couche épaisse d'un mélange composé d'amiante en poudre, de terre de pipe et de silicate de soude pâteux; au centre du couvercle, était l'ouverture destinée à donner passage aux gaz et munie d'un tuyau abducteur en fer; ce tuyau était mastiqué au couvercle réfractaire par le même procédé. Les mélanges soumis à l'action de la chaleur renfermaient 50^{gr} de sulfate de sodium. A la fin de l'opération, on trouvait, au fond du creuset, le silicate fondu.

» De nombreuses expériences, faites dans ces conditions, m'ont démontré que le soufre du sulfate de sodium se dégage, intégralement, à l'état de soufre en vapeur, mélangé à beaucoup d'acide carbonique et à une moindre quantité d'oxyde de carbone.

» Trois séries d'entre elles ont été faites, la première, avec la quantité de carbone répondant à la formule généralement admise et, par conséquent, au dégagement du soufre à l'état d'acide sulfureux; la seconde, avec la quantité de carbone reconnue nécessaire pour obtenir la décomposition complète du sulfate de sodium; et la troisième, avec une quantité de carbone plus grande. Voici les proportions employées

	I.	II.	III.
Sulfate de sodium..............	50^{gr}	50^{gr}	50^{gr}
Charbon de bois calciné........	4,5	6	8
Sable quartzeux...............	50	50	50

» Dans les trois cas, dès que la température a atteint le degré voulu pour que les réactions se produisent, on voit s'échapper du tube d'épaisses fumées blanches, inodores, ou n'ayant du moins que l'odeur hépatique du soufre vaporisé, et qui se condensent en masses jaunes, élastiques, contre les parois froides. La composition de ces gaz varie, d'une manière sensible, avec les différentes proportions de charbon; la quantité d'oxyde de carbone augmente avec celle du charbon et diminue avec elle, pour s'arrêter alors à un point fixe; mais les réactions principales restent les mêmes.

» Les gaz recueillis ont eu la composition suivante :

	I.	II.	III.
Acide carbonique	85,5	79,1	73,0
Oxyde de carbone	14,5	20,9	27,0
	100,0	100,0	100,0

» L'oxyde de carbone, resté comme résidu, brûle avec sa flamme caractéristique, sans odeur d'acide sulfureux, preuve de l'absence d'oxysulfure de carbone; du reste, la température élevée à laquelle on opère n'en permettrait pas la conservation s'il s'en formait.

» Dans les expériences I (4,5 de charbon), une partie seulement du sulfate de sodium a été décomposée, mais tout le soufre de cette partie s'est dégagé à l'état de vapeur; dans les deux autres (6 et 8 de charbon), tout le soufre du sulfate de sodium est parti en vapeur et le silicate obtenu était exempt de sulfate.

» On voit que, même en présence d'un grand excès de substance oxydante (sulfate), la proportion d'oxyde de carbone reste importante et forme le sixième, en volume, de la totalité des gaz produits; il est donc probable que cet oxyde de carbone provient d'une décomposition donnant lieu à de l'acide sulfureux, qui est décomposé lui-même par le carbone, à haute température. M. Berthelot, qui a étudié cette dernière réaction en 1883, a reconnu que, par la réaction de l'acide sulfureux sur le charbon, il se forme de l'oxysulfure de carbone que la chaleur transforme en oxyde de carbone.

» On peut donc envisager comme suit les réactions qui se produisent dans la préparation d'un silicate.

» La silice décompose partiellement le sulfate de sodium; de l'acide sulfurique anhydre est mis en liberté, mais il est immédiatement détruit et transformé en acide sulfureux et oxygène. Le carbone, en réagissant sur ces premiers produits de la décomposition, forme avec eux un mélange composé de soufre, d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. Toutes ces phases de la réaction reposent sur des faits déjà connus. On avait conclu, de la présence de l'acide sulfureux dans les produits gazeux des verreries, que ce corps était un des produits immédiats de la décomposition du sulfate de sodium; mais il n'est que le produit final, provenant du contact du soufre en vapeur avec les gaz de la combustion, c'est-à-dire avec une atmosphère oxydante. En partant de ces données, la formation du silicate de sodium se traduit ainsi :

$$3SO^4Na^2 + 6SiO^2 + 5C = 3S + 4CO^2 + CO + 3(Na^2O.2SiO^2),$$

équation qui exige 14,8 de carbone pour 100 de sulfate de sodium, et

fournit un gaz renfermant 25 pour 100 d'oxyde de carbone; mais ce n'est qu'une formule approchée.

» La présence du sulfure de sodium, dans le silicate ou le verre préparés avec une trop grande quantité de carbone, est due probablement à une réaction secondaire; en introduisant dans le mélange une plus grande quantité de charbon en poudre, le contact entre le sulfate et la silice est moins immédiat; les phénomènes de réduction s'accélèrent et il se forme, par parties, des traces de sulfure de sodium qui résiste à l'action de la silice, car la quantité de sulfure formé n'est pas en rapport exact avec l'excès de carhone; elle augmente dans des proportions beaucoup plus faibles. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un azoture de lithium*. Note de M. **L. Ouvrard**, présentée par M. Troost.

« M. Maquenne vient de publier une Note [1] relative à l'action de l'azote sur les métaux alcalino-terreux; ayant eu moi-même l'occasion d'étudier il y a quelque temps l'action de l'azote sur le lithium, j'indiquerai ici rapidement les résultats que j'ai obtenus et que je ne comptais publier que lorsque mon travail serait terminé [2].

» Le lithium choisi sur lequel j'ai opéré avait la composition moyenne suivante :

Lithium	81,71
Azote	4,46
Silice et impuretés	10,26
Oxygène (par diff.)	3,77
	100,00

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 25.

(2) La maison Billault avait constaté qu'une partie du lithium préparé à l'occasion de l'Exposition de 1889 s'était rapidement altéré, en donnant un produit qui dégageait de l'ammoniaque par sa dissolution dans l'eau; on devait penser qu'il s'était formé un azoture ou un composé analogue.

Ce lithium avait été obtenu par électrolyse du chlorure sans addition de chlorhydrate d'ammoniaque, ce qui écartait l'hypothèse de l'action d'une atmosphère ammoniacale sur le lithium fondu, circonstance dans laquelle on savait déjà qu'il se formait un azoture.

J'ai alors cherché à étudier l'action directe de l'azote sur le lithium métallique; mais, n'ayant pas encore réussi à isoler de produit cristallisé bien défini, j'avais négligé de publier ces résultats.

» Je l'ai chauffé dans un courant d'azote, après l'avoir placé dans une nacelle en fer, qui seule peut contenir le métal fondu sans subir d'altération. Le lithium a été porté lentement à des températures croissantes; l'augmentation de poids est très faible jusqu'au rouge sombre; à cette température, on voit le métal devenir incandescent, tout en augmentant de volume, pendant que l'azote est absorbé; si l'on continue à faire passer le courant d'azote, on trouve, après refroidissement complet, une masse spongieuse, noire, qui mise en contact avec l'eau dégage fort peu d'hydrogène, mais donne lieu à une formation abondante d'ammoniaque; elle dégage également du gaz ammoniac quand on la chauffe dans l'hydrogène.

» J'ai constaté une augmentation de poids de 50,28 et 51,54 pour 100; tandis que la formation du composé $AzLi^3$ exigerait une augmentation de poids de 52,40 pour 100, étant donnée la quantité de lithium métallique qui existe dans le produit sur lequel j'ai opéré, et qui est de 78,60 pour 100, l'oxygène gardant 3,11 pour 100 du métal.

» L'analyse du produit obtenu a donné les résultats suivants :

Lithium total	54,18
Azote	35,86
Silice	6,84
Oxygène (par diff.)	3,12
	100,00

» D'où l'on déduit : lithium combiné à l'oxygène 2,73, à l'azote 51,45.

» Pour analyser ce composé, on l'a dissous dans l'eau, en faisant passer les gaz qui se dégageaient, et qui étaient formés surtout d'hydrogène entraînant un peu d'ammoniaque, dans une solution étendue d'acide chlorhydrique titré; puis la solution alcaline, saturée par l'acide chlorhydrique et évaporée à sec au bain-marie, a abandonné la silice, le charbon et autres impuretés; dans la liqueur claire, on a dosé l'ammoniaque à l'état de chloroplatinate, en tenant compte de la portion qui avait été entraînée par l'hydrogène.

» Ensuite, la lithine a été dosée à l'état de sulfate après s'être débarrassé du platine par calcination et filtration.

» La différence entre le poids total des éléments trouvés et le poids employé étant attribuée à l'oxygène, on en déduit par le calcul le poids de lithium combiné à cet oxygène.

» Le rapport, entre les poids de l'azote et du lithium non combiné à l'oxygène, est sensiblement 2 à 3, qu'exigerait l'azoture $AzLi^3$. Il est donc probable que, dans les conditions de l'expérience, c'est cet azoture qui tend à se former.

» Je reviendrai prochainement sur ces résultats, pour les compléter. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du perchlorure de phosphore sur l'oxalate d'éthyle.* Note de M. **Ad. Fauconnier**, présentée par M. Armand Gautier.

« L'action du perchlorure de phosphore sur l'oxalate d'éthyle donne, d'après M. von Richter (¹), le chlorure d'éthyloxalyle $COCl-CO^2C^2H^5$. M. Anschütz (²) a montré que ce produit prend naissance par la décomposition pyrogénée du dichloroglycolate d'éthyle $CCl^2.OC^2H^5-COOC^2H^5$, formé dans une première phase de la réaction. Aucun de ces auteurs ne donne d'ailleurs de détails sur le mode opératoire.

» En faisant varier les conditions expérimentales de cette réaction, j'ai été amené à la préparation du *chlorure d'oxalyle* $COCl-COCl$, encore inconnu.

» Pour obtenir ce composé, on chauffe un mélange de deux molécules de perchlorure et de une molécule d'oxalate d'éthyle, au bain d'huile, dans un ballon surmonté d'une petite colonne Le Bel-Henninger, à trois boules, de façon à empêcher un entraînement du perchlorure par les produits de la réaction. Lorsque le bain atteint la température de 125°, une réaction assez vive commence, accompagnée d'un dégagement abondant de chlorure d'éthyle et d'un peu d'acide chlorhydrique; on élève progressivement la température jusqu'à 150° à 155°, et l'on voit passer un liquide incolore, constitué par un mélange de chlorure d'éthyle, de chlorure d'oxalyle et d'oxychlorure de phosphore :

$$CO.OC^2H^5-CO.OC^2H^5 + 2PCl^5 = 2C^2H^5Cl + 2POCl^3 + COCl-COCl.$$

» On n'a plus qu'à soumettre ce produit à de nombreuses distillations fractionnées, pour isoler, au voisinage de 70°, le chlorure d'oxalyle, non à l'état de pureté, mais toujours mélangé avec une certaine quantité d'oxychlorure de phosphore dont je n'ai pu, jusqu'à présent, le priver entièrement.

» Ce chlorure est un liquide incolore, mobile, fumant fortement à l'air. Son odeur, beaucoup plus irritante que celle des chlorures de phosphore, rappelle d'une manière frappante celle du chlorure de carbonyle et provoque la toux.

» Le chlorure d'oxalyle se décompose au contact de l'eau, aussi violemment que le perchlorure de phosphore, en donnant de l'acide oxalique. Il

(¹) *D. Chem. G.*, t. X, p. 2228.
(²) *Ibid.*, t. XIX, p. 2159.

réagit sur les alcools anhydres d'une façon extrêmement énergique : avec l'alcool méthylique, il fournit immédiatement, à froid, et avec dégagement de chaleur et d'acide chlorhydrique, de l'oxalate de méthyle, facile à caractériser par sa forme cristalline et par son point de fusion.

» J'ai cherché sans succès à préparer le chlorure d'oxalyle par l'action de l'oxychlorure de phosphore sur l'oxalate de sodium : ces deux composés réagissent très vivement l'un sur l'autre vers 45°, en donnant uniquement des produits gazeux.

» Je me propose d'étudier plus complètement le chlorure d'oxalyle et ses dérivés [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la valeur des deux fonctions du glycol.* Note de M. DE FORCRAND.

« L'étude thermique des alcools monoatomiques primaires montre que la réaction

alcool solide + Na solide = H gaz + alcoolate solide

dégage une quantité de chaleur constante, très voisine de $+32^{Cal}$. On retrouve le même nombre dans les deux réactions

H^2O^2 sol. + Na sol. = H gaz + $NaHO^2$ sol.......... +31,87
$C^4H^3NaO^6$ sol. + Na sol. = H gaz + $C^4H^2Na^2O^6$ sol.. +31,99

» On peut donc prendre $+32^{Cal}$ pour mesure de la valeur de la fonction alcool primaire à l'état solide.

» Au contraire, le glycol donne successivement les deux réactions

$C^4H^6O^4$ liq. + Na sol. = H gaz + $C^4H^5NaO^4$ sol..... +39,00
$C^4H^5NaO^4$ sol. + Na sol. = H gaz + $C^4H^4Na^2O^4$ sol... +27,67

» Il est vrai que le premier de ces nombres, rapporté au glycol *solide*, serait plus faible. La différence peut être évaluée au maximum en adoptant, ainsi que je l'ai fait, pour la chaleur de fusion du glycol, $-3^{Cal},9$, comme pour la glycérine ; on a alors $+35^{Cal},10$ au lieu de $+39^{Cal},00$. L'évaluation serait sans doute plus exacte en prenant la moyenne entre $-3^{Cal},9$ (glycérine) et $-1^{Cal},43$ (eau), soit $-2^{Cal},66$, ce qui donne $+36^{Cal},34$, au lieu de $+39^{Cal},00$. Ce nombre $+36^{Cal},34$ diffère peu de $+35^{Cal},10$, et

---

[1] Laboratoire de M. A. Gautier.

les raisonnements qui suivent sont les mêmes, que l'on parte de l'un ou de l'autre.

» Le glycol fournit donc : pour la première fonction $+ 36^{Cal},34 > 32^{Cal}$, et pour la seconde $+ 27^{Cal},67 < 32^{Cal}$, à partir du glycol solide.

» Il est probable cependant qu'il n'y a là qu'une apparence, et que les deux fonctions ont réellement la même valeur $+ 32^{Cal}$.

» Considérons, en effet, la réaction

$$\begin{matrix} C^2H^4O^2 \\ C^2H^4O^2 \end{matrix} \text{ liq.} + \text{Na sol.} = \text{H gaz} + \begin{pmatrix} C^2H^4O^2 \\ C^2H^3NaO^2 \end{pmatrix} \text{sol.} \ldots\ldots\ldots \quad + 42^{Cal},03$$

dans laquelle interviennent *deux* molécules d'alcool méthylique liquide pour un seul équivalent du sodium. Il se produit, non pas $C^2H^3NaO^2$, mais une combinaison méthylique de ce corps. La chaleur totale dégagée correspond à la somme des deux effets :

$$+ 33^{Cal},19 + 8^{Cal},84\ (^1) = + 42^{Cal},03.$$

» Si maintenant un second équivalent de sodium entre en réaction

$$\begin{pmatrix} C^2H^4O^2 \\ C^2H^3NaO^2 \end{pmatrix} \text{sol.} + \text{Na sol.} = \text{H gaz} + \begin{matrix} C^2H^3NaO^2 \\ C^2H^3NaO^2 \end{matrix} \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots \quad 24^{Cal},35$$

il faut d'abord détruire la combinaison d'addition pour que la substitution devienne possible dans la seconde molécule ; on obtient ainsi

$$- 8^{Cal},84 + 33^{Cal},19 = + 24^{Cal},35.$$

» Néanmoins, les deux molécules initiales sont identiques et chacune, prise isolément, dégagerait $+ 33^{Cal},19$ (environ $+ 32^{Cal}$ à l'état solide).

» Pour expliquer les phénomènes anormaux présentés par le glycol,

$$\begin{matrix} C^2H^3O^2 \\ | \\ C^2H^3O^2 \end{matrix} \text{ sol.} + \text{Na sol.} = \text{H gaz} + \begin{pmatrix} C^2H^3O^2 \\ | \\ C^2H^2NaO^2 \end{pmatrix} \text{sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 36^{Cal},34$$

$$\begin{pmatrix} C^2H^3O^2 \\ | \\ C^2H^2NaO^2 \end{pmatrix} \text{sol.} + \text{Na sol.} = \text{H gaz} + \begin{matrix} C^2H^2NaO^2 \\ | \\ C^2H^2NaO^2 \end{matrix} \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots \quad + 27^{Cal},67$$

il suffit de supposer que, de la même manière, la seconde fonction alcool du glycol s'est combinée avec la première lorsque celle-ci a subi la substitution métallique. Cette combinaison d'addition intra-moléculaire a

(1) Chaleur de combinaison du $C^2H^3NaO^2$ sol. et $C^2H^4O^2$ liq.

dégagé $+ 36^{Cal},34 - 32^{Cal},00 = + 4^{Cal},34$ environ, pour tous les corps solides. Puis pour la seconde réaction, il a fallu restituer d'abord au glycol monosodé cette quantité de chaleur $+ 4^{Cal},34$ afin de rendre libre la seconde fonction. On a ainsi : $- 4^{Cal},34 + 32^{Cal},00 = + 27^{Cal},66$.

» Dans les deux cas, c'est donc la moyenne des deux nombres mesurés successivement qu'il faut prendre pour la valeur réelle de chaque fonction, soit : $\frac{+42,03 + 24,35}{2} = + 33^{Cal},19$ pour $C^2H^4O^2$ *liquide* et $\frac{+36,34 + 27,67}{2} = + 32^{Cal},00$ pour $C^4H^6O^4$ *solide*. On trouvera de même : $\frac{+39,00 + 27,67}{2} = + 33^{Cal},33$ pour $C^4H^6O^4$ *liquide*.

» La substitution du sodium à l'hydrogène dégage donc la même quantité de chaleur que l'alcool soit diatomique ou monoatomique.

» L'hypothèse d'un alcoolate alcoolique $\begin{pmatrix} C^2H^3O^2 \\ | \\ C^2H^2NaO^2 \end{pmatrix}$ n'a rien de contraire aux analogies. L'existence de ces composés d'addition est même la règle dans la famille des alcoolates sodiques, qui *tous* se combinent avec une ou plusieurs molécules de l'alcool qui a servi à les former et souvent d'un autre alcool. Ces composés sont cristallisés et leur chaleur de formation, qui varie de $+ 2^{Cal}$ à $+ 9^{Cal}$ pour une molécule d'alcool liquide fixée, joue un rôle important dans le mécanisme des réactions où ces corps peuvent prendre naissance et se détruire. Cette propriété si générale autorise à penser que les demi-molécules du glycol se comportent comme les molécules entières des alcools monoatomiques ([1]). Nous pouvons même évaluer à $+ 4^{Cal},34$ l'énergie de cette combinaison intra-moléculaire, dans le cas particulier du glycol pris à l'état solide ($+ 5^{Cal},67$ pour l'état liquide).

» L'hypothèse proposée explique très simplement comment les deux fonctions alcool du glycol, qui sont certainement identiques, ont en apparence des valeurs très différentes lorsqu'on les mesure directement et successivement. Elle se résume dans cette formule nouvelle du glycol monosodé $\begin{pmatrix} C^2H^3O^2 \\ | \\ C^2H^2NaO^2 \end{pmatrix}$, analogue à celle du méthylate méthylique $\begin{pmatrix} C^2H^4O^2 \\ C^2H^3NaO^2 \end{pmatrix}$.

([1]) La seule différence est que, dans le glycol, les deux demi-molécules sont liées déjà par leur carbone (ainsi qu'on l'admet généralement); mais cette liaison des carbones est sans doute indépendante du phénomène qui nous occupe.

» La loi de la constance de la valeur de la fonction alcool primaire, rapportée à l'état solide, s'étend donc au glycol. Et, s'il en est ainsi, elle doit s'appliquer de la même manière aux alcools tri, tétra, hexa-atomiques, et acquerra par là le caractère d'une loi tout à fait générale. Mais ici des complications nouvelles proviennent de la coexistence de fonctions secondaires; on peut cependant en faire la part, comme je l'établirai prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère du camphre.* Note de M. **Ph. Barbier** [1], présentée par M. Friedel.

« Le nouvel isomère du camphre, dont l'étude fait l'objet de cette Note, existe tout formé dans l'essence de menthe pouliot (*Mentha pulegium*, Labiées). Pour rappeler son origine, je lui donnerai le nom de *puléone*.

» **1.** La préparation de ce corps ne présente aucune difficulté; il suffit, en effet, de soumettre l'essence pure du commerce à une série de distillations fractionnées; on isole ainsi une partie volatile entre 215° et 225°, qui forme les trois quarts environ de la masse totale de l'huile essentielle.

» Cette fraction, soumise à une nouvelle rectification, fournit un liquide bouillant entre 222° et 223°, dont la composition correspond à la formule $C^{10}H^{16}O$:

	Pour 100.	Pour 100.
Expérience	$C = 79,04$	$H = 10,7$
Théorie	$C = 79,1$	$H = 10,5$

» La puléone est un liquide incolore, assez mobile, doué d'une forte odeur de menthe, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, et bouillant à 222°-223°.

» Les densités à 0° et à 23° sont respectivement

$$D_0 = 0,9482, \qquad D_{23} = 0,9293.$$

» Elle est dextrogyre, et son pouvoir rotatoire, pour la raie D, est $[\alpha]_D = +25°,15'$.

» Les indices de réfraction, pris par rapport à deux raies de l'étain, sont :

$$n_r = 1,4833, \qquad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4997, \qquad \lambda_b = 452,6,$$

à la température de 14°,9.

(1) Laboratoire de Chimie générale, Faculté des Sciences de Lyon.

» 2. De même que le camphre, la puléone possède le groupe CO caractéristique des cétones; elle se combine, en effet, avec l'hydroxylamine et donne la puléonoxime, $C^{10}H^{16} = AzOH$:

	Pour 100.	Pour 100.
Expérience............	C = 72,5	H = 10,3
Théorie...............	C = 72,7	H = 9,99

» C'est une huile colorée très odorante non distillable sans décomposition à la pression ordinaire, et passant, dans le vide, aux environs de 170°, sous une pression de 48^{mm}.

» La puléonoxime se dissout à une douce chaleur dans l'acide sulfurique étendu, et la dissolution limpide, portée à l'ébullition, se trouble tout à coup, en mettant en liberté une huile très altérable, qui est l'anhydride de l'oxime, $C^{10}H^{15}Az$.

» 3. Par oxydation, au moyen du mélange chromique, la puléone fournit un acide cristallisé en fines aiguilles soyeuses très solubles dans l'éther, l'alcool et l'eau.

» Cet acide répond à la formule $C^7H^{12}O^4$:

	Pour 100.	Pour 100.
Expérience............	C = 52,3	H = 7,6
Théorie................	C = 52,5	H = 7,5

» Le sel d'argent donne Ag pour 100 = 56,9; la formule $C^7H^{10}Ag^2O^4$ exige 57,7.

» Après purification, cet acide présente les propriétés, et notamment le point de fusion 89°-91°, de l'acide propylsuccinique, obtenu par Waltz [1] au moyen de l'acide propyléthényltricarbonique.

» On rencontre, en outre, dans les produits d'oxydation, l'acide acétique et l'acide carbonique.

» 4. Le brome attaque énergiquement la puléone avec dégagement d'acide bromhydrique; il ne se forme pas de produits d'addition, même lorsqu'on opère en modérant la réaction par l'emploi d'un dissolvant et d'un mélange réfrigérant.

» 5. Avec le perchlorure de phosphore, il y a formation d'un dérivé chloré liquide $C^{10}H^{15}Cl$ et production d'acide chlorhydrique. Le corps $C^{10}H^{15}Cl$, maintenu à l'ébullition pendant longtemps, perd HCl et donne un liquide qui, rectifié sur le sodium, bout entre 177°-179°. C'est un cymène $C^{10}H^{14}$ qui paraît identique à celui que donne le camphre dans les mêmes conditions.

» Des faits qui précèdent, on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° La puléone renferme le groupe fonctionnel des cétones.

» 2° Elle ne renferme pas de liaisons éthyléniques, puisqu'elle ne donne pas de composés d'addition.

» Ce caractère de composé relativement saturé que présente la puléone, ainsi que la facilité avec laquelle elle se transforme en cymène, indi-

---

(1) Waltz, *Liebig's Annalen*, t. CCXIV, p. 59.

quent une constitution cyclique analogue à celle que l'on attribue au camphre.

» 3° La formation de l'acide propylsuccinique démontre dans cette substance l'existence du groupement atomique :

$CH^2-CH^2-CH^3$
|
CH
CH^2 C
|
C

» L'ensemble de toutes ces conditions est assez bien représenté par la formule

$CH^2-CH^2-CH^3$
|
CH
CH^2 CH
CH CO
$CH-CH^3$

» Je dois ajouter, en terminant, que l'essence de menthe pouliot avait déjà été examinée par Kane ([1]), qui en a retiré un corps bouillant à 182°-183°, auquel il donne la formule $C^{10}H^{16}O$. La différence des points d'ébullition de la puléone et du corps découvert par le chimiste anglais établit nettement l'isomérie des deux substances.

» Je poursuis l'étude des dérivés de ce nouveau camphre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la fixation de l'iode par l'amidon.* Note de M. E. **Rouvier**.

« Malgré les nombreuses recherches dont l'iodure d'amidon a été l'objet, la fixation de l'iode par l'amidon présente encore bien des points à éclaircir. J'ai fait, à ce sujet, quelques expériences dont je vais donner les résultats.

([1]) Kane, *Philosophical Magazine*, année 1838, t. XIII, p. 442.

» Je prépare une eau amidonnée, parfaitement limpide, par un procédé qu'il serait trop long d'exposer ici. A un volume déterminé de cette eau amidonnée, j'ajoute 40^{cc} d'une solution saturée à froid de chlorhydrate d'ammoniaque, destinée à précipiter l'iodure d'amidon, et un volume connu d'une solution d'iode contenant par centimètre cube $0^{gr},0001$. J'agite, je jette sur un filtre, et je recherche si le liquide filtré contient soit de l'amidon, au moyen d'une dissolution d'iode; soit de l'iode, au moyen de l'eau amidonnée.

» Je détermine, en premier lieu, la quantité minima d'iode pour laquelle le liquide filtré ne contient plus d'amidon. Si alors on augmente peu à peu la quantité d'iode ajoutée, ce corps n'apparaît pas immédiatement dans le liquide filtré; il ne s'y manifeste que pour une addition d'iode beaucoup plus considérable que celle pour laquelle le liquide filtré n'avait plus contenu d'amidon. Pour simplifier le langage, j'appelle *limite inférieure* la quantité d'iode qui correspond à la disparition de l'amidon dans le liquide filtré, et *limite supérieure* celle qui correspond à l'apparition de l'iode dans ce liquide.

» J'ai ainsi trouvé que, pour une même eau amidonnée, la limite inférieure est toujours proportionnelle à la quantité d'eau amidonnée employée. Quant à la limite supérieure, son rapport à la quantité d'eau amidonnée employée décroît d'abord lorsque celle-ci augmente. Mais il arrive un moment à partir duquel ce rapport devient sensiblement constant, c'est-à-dire que la limite supérieure devient, elle aussi, proportionnelle à la quantité d'eau amidonnée employée.

» Il me paraît résulter de ces expériences qu'il se forme, en présence d'un excès d'amidon, un composé différent de celui qui se forme en présence d'un excès d'iode, composé qui, à ma connaissance du moins, n'a pas encore été mentionné. Je me propose actuellement de déterminer sa composition centésimale.

» J'ai constaté, en outre, que dans certaines conditions, dont j'ai commencé l'étude, les limites dépendent de la quantité de chlorhydrate ajoutée. Si l'on augmente progressivement la quantité de chlorhydrate, les limites vont d'abord en croissant, mais il arrive un moment à partir duquel elles ne varient plus. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Le pouvoir rotatoire des soies de diverses origines.* Note de M. Léo Vignon.

« J'ai montré dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, 7 décembre 1891) que les éléments principaux de la soie du *Bombyx Mori* (race du Var), examinés dans certains dissolvants, exercent une action considérable sur la lumière polarisée.

» On pouvait se demander si cette propriété était commune aux soies de diverses origines, et tenter de déterminer dans chaque cas son expression numérique. Le laboratoire d'études de la soie fondé par la Chambre de Commerce de Lyon a mis à ma disposition les matériaux nécessaires pour entreprendre cette étude : j'en transcris ici les résultats.

» Voici d'abord la nomenclature des échantillons de soie examinés :

» 1° *Bombyx Mori*, race du Var, éducation Meyzieu, 1889, soie jaune, grès 23 pour 100.

» 2° *Bombyx Mori*, Chine, grège Tsatlé, soie blanche, grès 24,6 pour 100.

» 3° *Bombyx Mori*, Japon, grappes, soie grise, grès 20,2 pour 100.

» 4° *Bombyx Yamma-Maï*, Japon, ver sauvage du chêne, soie verte, grès 18 pour 100.

» 5° *Bombyx Mori*, Chine, Ching-Pi-tsan, polyvoltin, sixième récolte, soie blanche.

» 6° *Bombyx Mori*, Tonkin, Nam-Dinh, soie jaune, grès 29,9 pour 100.

» 7° *Bombyx Mori*, Madagascar, polyvoltin, soie grise, grès 23 pour 100.

» 8° *Bombyx Mori*, Bagdad, grège, soie blanche, grès 24,5 pour 100.

» La méthode employée pour l'examen optique est celle qui a été décrite à propos de mes premières déterminations : une seule modification a été faite pour la fibroïne du *Yamma-Maï*.

» Cette fibroïne, en effet, n'est pas soluble dans l'acide chlorhydrique à 22°, mais elle se dissout à la température ordinaire, au bout de cinq heures, dans l'acide sulfurique à 66°. La liqueur obtenue est trop colorée pour être examinée, mais en l'additionnant de deux parties de glace, et d'une partie d'acide chlorhydrique à 22°, on obtient une solution se prêtant bien aux observations.

» Les observations ont été faites à la température de 15°. Les déviations ont été mesurées, au moyen de l'appareil Laurent, dans des tubes de $0^m,2$, garnis intérieurement de verre, en employant comme source de lumière un double brûleur à gaz et portant dans la flamme des fragments de chlorure de sodium fondu.

» Le Tableau suivant résume les résultats obtenus (c, poids en grammes de substance active contenue dans 100^{cc} de solution).

Nature de la substance.	Dissolvant.	Valeurs de c.	Valeurs de $[\alpha]_j$.	
Bombyx Mori, Var, grès........	Soude 3 pour 100 NaOH	2,20	$-38^\circ,20$	Grès.
» Chine, grès......	»	2,80	$-33,90$	
» Japon, grès......	»	1,17	$-31,30$	
Bombyx Yamma-Maï, grès	»	2,18	$-15,10$	
Bombyx Mori, Tonkin, grès.....	»	1,65	$-43,60$	
» Madagascar, grès.	»	1,32	$-9,00$	
» Bagdad, grès....	»	1,42	$-35,90$	

Nature de la substance.	Dissolvant.	Valeurs de c.	Valeurs de $[\alpha]_j$.	
Bombyx Mori, Var, fibroïne....	Acide chlorhydrique 11° B.	3,96	$-39°,96$	Fibroïne.
» Chine, fibroïne...	»	4,00	$-39,50$	
» Japon, fibroïne...	»	4,00	$-41,40$	
Bombyx Yamma-Maï, fibroïne..	1. Acide sulfurique 66° B. 2. Aq.	1,00	$-50,00$	
Bombyx Mori, Var, fibroïne.....	1. Acide chlorhydrique 22° B.	1,00	$-50,00$	
» Chine, polyvoltin, sixième récolte, fibroïne.......	Acide chlorhydrique 11° B.	4,35	$-48,20$	
Bombyx Mori, Tonkin, fibroïne.	»	4,00	$-43,30$	
» Madagascar, polyvoltin, fibraïne...............	»	3,95	$-39,40$	
Bombyx Mori, Bagdad, fibroïne.	»	3,99	$-44,20$	

» *En résumé,* les pouvoirs rotatoires moléculaires mesurés sont tous de même signe. Ils sont compris entre $-30°$ et $-45°$ pour les grès du *Bombyx Mori* annuel, quel que soit son pays d'éducation. L'examen du grès du *Bombyx Mori* polyvoltin de Madagascar et du grès du *Yamma-Maï* ($-9°$, $-15°,1$) conduisent à des chiffres plus faibles.

» Pour les fibroïnes, les pouvoirs rotatoires sont compris entre $-39°,5$ et $-48°,2$ pour le même dissolvant. La fibraïne provenant du *Bombyx Mori* de Chine, polyvoltin, sixième récolte, a le pouvoir rotatoire le plus considérable ($-48°,2$), tandis que la fibroïne *Yamma-Maï* donne dans l'acide sulfurique les mêmes résultats que le *Bombyx Mori* du Var. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Action de l'acide borique sur la germination.* Note de **J. Morel**, présentée par M. Friedel.

« D'après une expérience de Peligot sur un plan de haricot (*Comptes rendus,* t. LXXXIII, p. 686) l'acide borique employé à l'arrosage en solution très étendue ferait rapidement périr les végétaux.

» J'ai examiné l'action de l'acide borique sur le phénomène de la germination des haricots et des grains de blé, en mettant les graines en contact plus ou moins prolongé avec des solutions plus ou moins concentrées de cet acide.

» Dans un premier essai, j'ai laissé des haricots tremper pendant six heures dans des solutions d'acide borique, contenant respectivement 1, 2, 5 et 10 millièmes d'acide borique. Les graines ont été ensuite mises à germer, à douce température, dans du sable humide. Dans les essais à 1 et à 2 millièmes d'acide, l'embryon s'est développé à peu

près normalement; la radicule est sortie vers le troisième jour, de même que dans des graines témoins. Dans l'essai à 5 millièmes, il y a eu un retard de 2 à 3 jours pour la sortie; l'essai à 10 millièmes n'avait encore rien donné le sixième jour; l'évolution de l'embryon était restée stationnaire.

» Les graines de ces divers essais ont été alors semées et abandonnées à elles-mêmes. L'essai à 1 millième d'acide a montré ses cotylédons dès le troisième jour; l'essai à 2 millièmes, le cinquième jour; dans l'essai à 5 millièmes, ils n'ont paru que vers le huitième jour, et plus tard encore dans l'essai à 10 millièmes. On constate, trente-six jours après la plantation, que l'essai à 1 millième a donné des plantes vertes et vigoureuses qui ne diffèrent en rien des plantes normales témoins développées dans le même temps; dans l'essai à 2 millièmes, on a des plantes un peu moins vigoureuses et moins feuillées que dans l'essai précédent; les feuilles sont restées quelque temps jaunâtres, puis ont verdi peu à peu; l'essai à 5 millièmes a donné des plantes assez chétives, à feuilles petites et jaunâtres : un accident a empêché de suivre leur évolution complète; l'essai à 10 millièmes n'a donné que des plantes très faibles et étiolées, dont l'évolution a été très lente et peu régulière : les feuilles séminales ont persisté longtemps avec une teinte jaune; les feuilles normales sont restées très petites et peu nombreuses, et après deux mois leur végétation est encore misérable malgré une réelle amélioration. Dans ce dernier cas, une partie seulement des graines ont pu donner des plantes vivantes; les autres ont péri.

» On a fait une nouvelle série d'essais, en faisant tremper les haricots pendant trois heures, deux heures et une heure dans une solution d'acide borique à 10 millièmes Après trois jours de séjour dans le sable humide à douce température, les embryons des graines à une heure de trempe semblent seuls se montrer au dehors, les autres paraissent stationaires. Mises en terre, les graines de ces divers essais ne développent leurs feuilles séminales qu'avec une excessive lenteur. Après un mois, dans les essais à une heure et à deux heures de trempe, on a quelques plantes chétives, à feuilles petites et jaunâtres; l'essai à trois heures de trempe montre de rares plantes, encore plus misérables, sortant à peine de terre. Quinze jours plus tard, les plantes provenant des graines à une heure de trempe végétaient avec une certaine vigueur, mais leurs feuilles restaient jaunâtres et plus petites que les feuilles normales.

» Dans ces deux séries d'essais, les haricots, avant d'être soumis à l'action de la solution borique, avaient été préalablement immergés six heures dans l'eau ordinaire pour les rendre plus facilement perméables.

» Dans un troisième essai, on a mis immédiatement en terre des haricots qui étaient restés une heure, une demi-heure et un quart d'heure au contact d'une solution d'acide borique à 10 millièmes, mais sans avoir subi l'immersion préalable.

» Les graines, à un quart d'heure et à une demi-heure de trempe, ont développé leurs feuilles séminales du quatrième au sixième jour; les graines, à une heure de trempe, ne les ont développées qu'avec deux ou trois jours de retard. Un mois après la mise en terre, le premier essai avait donné des plantes à végétation apparemment normale; celles du deuxième essai n'en différaient que par la teinte des feuilles, qui étaient d'un vert un peu plus clair; le troisième essai avait gardé les feuilles un peu jaunâtres et un

peu plus petites. Après quarante ou quarante-cinq jours de germination, il n'y avait presque plus de différence entre les plantes provenant de ces divers essais.

» Des essais faits comme ci-dessus, avec une solution de borax à 10 millièmes, correspondant à 3,6 millièmes d'acide borique, ont donné, avec les haricots, des résultats tout à fait comparables à ceux obtenus avec la solution d'acide borique à 10 millièmes; les plantes qui n'ont pas péri ont peut-être été un peu plus vertes et un peu plus vigoureuses, et se sont rapprochées davantage d'une évolution normale.

» Les essais précédents, poursuivis avec des grains de blé, ont donné des résultats analogues à ceux qui ont été constatés avec les haricots; la végétation, après mise en terre, a peut-être repris un peu plus vigoureusement et plus rapidement, c'est-à-dire que les grains de blé paraissent avoir mieux résisté que les haricots à l'action antigerminative de l'acide borique et du borax.

» En résumé, on peut conclure de ces expériences que l'acide borique en solution, mis en contact avec les graines des végétaux, ralentit et même empêche complètement les phénomènes de la germination, si le contact est suffisamment prolongé ou la solution assez concentrée. Cette action perturbatrice s'affaiblit et même disparaît en même temps que la durée du contact et la teneur de la solution. Enfin cette action n'est pas absolument identique avec les diverses graines végétales et peut varier avec celles-ci.

» L'action du borax est tout à fait comparable à celle de l'acide borique dans les mêmes conditions, ce qui semble indiquer que la soude agit ici dans le même sens que l'acide borique.

» On peut dès maintenant prévoir, et je poursuis dans cet ordre d'idées un certain nombre d'expériences, que l'acide borique agira fortement sur les champignons inférieurs et les organismes voisins, dont le développement sera probablement complètement arrêté par des solutions même très étendues.

» Si ces prévisions se réalisent, l'acide borique pourra prendre place à côté du sulfate de cuivre pour combattre le *mildew* de la vigne et le *charbon* du blé, peut-être aussi l'*anthracnose*, l'*oïdium* et d'autres maladies cryptogamiques qui infestent les végétaux utiles. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Contribution à l'embryogénie des Chalcidiens.* Note de M. L.-F. **Henneguy**, présentée par M. Ranvier.

« Les rares observations faites sur le développement des Hyménoptères entomophages ont montré que l'embryogénie des espèces jusqu'ici

étudiées est caractérisée par l'absence de vitellus nutritif dans l'œuf, par l'existence d'une enveloppe embryonnaire unique, différente de l'amnios des autres Insectes, et par la constitution de la larve. Ayant eu l'occasion de rencontrer dans des larves de *Stratiomys strigosa* plusieurs phases du développement d'un Chalcidien parasite, déjà connu de Swammerdam, le *Smicra clasipes*, je crois utile, malgré les nombreuses lacunes que présente mon étude, de signaler les faits que j'ai observés.

» Dans une larve de Stratiome attaquée par le *Smicra*, on trouve environ une cinquantaine d'œufs à différents degrés de développement. Les plus jeunes que j'aie examinés mesuraient 150^{μ} de long sur 50^{μ} de large. Ces œufs ont la forme d'un ovoïde allongé, terminé à chacune de ses extrémités par un appendice en doigt de gant. Le chorion de l'œuf est très mince et entièrement homogène; sa face interne est tapissée par une membrane cellulaire, formée d'une seule couche de petites cellules aplaties. En dedans de cette membrane, un espace clair, rempli de liquide, entoure une masse cellulaire, allongée, pleine, résultant de la segmentation totale du vitellus de formation. La membrane cellulaire résulte probablement d'une différenciation très précoce de la périphérie du vitellus segmenté et constitue une membrane embryonnaire comparable à celle des Scorpions et des *Polyxenus*.

» L'œuf, par suite du progrès du développement, augmente de volume; son chorion se distend : les appendices en doigt de gant disparaissent à peu près complètement et ne sont plus représentés que par deux petits points à peine visibles. La membrane embryonnaire s'accroît en même temps en surface, mais sans multiplication de ses cellules. Celles-ci s'élargissent en s'aplatissant de plus en plus, atteignent de très grandes dimensions et possèdent chacune un noyau volumineux.

» Pendant l'accroissement de l'œuf, la masse cellulaire centrale se creuse d'une cavité et se différencie par délamination en deux couches, l'une ectodermique, l'autre endodermique. Le système nerveux se forme sur la face ventrale par deux épaississements ectodermiques, situés de chaque côté de la ligne médiane. En même temps apparaissent, entre les deux premiers feuillets du blastoderme, des éléments mésodermiques dont je n'ai pu reconnaître l'origine. Les segments du corps deviennent visibles; la partie céphalique est un peu plus volumineuse que le reste du corps et présente un petit mamelon antérieur sur lequel se montreront plus tard les pièces buccales.

» L'œuf mesure alors environ 600^{μ} de long sur 420^{μ} de large; il est de-

venu à peu près deux cents fois plus volumineux qu'il n'était primitivement. La membrane embryonnaire, séparée du chorion et de l'embryon par une couche épaisse de liquide albumineux, est encore intacte, alors que la petite larve vermiforme et dépourvue de toute espèce d'appendices, sauf de pièces buccales rudimentaires, est déjà bien constituée et commence à présenter des mouvements. A ce moment, les grandes cellules aplaties de la membrane embryonnaire se dissocient, deviennent libres, et prennent une forme globuleuse; elles subissent une dégénérescence graisseuse et flottent librement, isolées ou par petits groupes, dans le liquide qui entoure l'embryon.

» Lorsque la larve de *Smicra* éclot, elle présente à peu près la même constitution que celle de l'*Encyrtus fuscicollis* décrite récemment par Bugnion (¹); elle en diffère cependant par son système nerveux, qui est formé par une double chaîne dans laquelle les ganglions sont nettement distincts, et qui est en rapport avec des cérébroïdes bien développés. Elle se termine à sa partie postérieure par une extrémité acuminée, en avant de laquelle s'ouvre l'anus. L'intestin postérieur, très court, ne paraît pas être en communication avec l'intestin moyen rempli d'un liquide jaunâtre, sans traces d'éléments figurés.

» Un grand nombre d'embryons de *Smicra* meurent avant d'arriver au terme de leur développement et subissent une dégénérescence graisseuse dans l'intérieur de l'œuf; les œufs sont, en outre, souvent attaqués par le mycelium d'un champignon que perfore le chorion et se développe dans le liquide albumineux. La présence de ce champignon ne paraît pas nuire à la larve de Stratiome dont les tissus restent parfaitement sains. Je n'ai jamais trouvé plus de deux ou trois larves de *Smicra* bien développées dans une même larve de Stratiome.

» Les stades que j'ai observés jusqu'ici me permettent d'établir les faits suivants :

» Chez le *Smicra* la segmentation de l'œuf est totale; une membrane embryonnaire unique apparaît de bonne heure, avant la formation de l'embryon, par un processus très différent de celui qui donne naissance à l'amnios des autres Insectes. L'œuf subit un accroissement de volume considérable pendant son développement, grâce à l'élasticité remarquable de son chorion. La membrane embryonnaire suit l'accroissement de l'embryon; des cellules atteignent de grandes dimensions et ne se multiplient

(¹) *Recueil zoologique suisse*, t. V; 1890.

pas. Lorsque l'embryon est bien constitué, les cellules de la membrane embryonnaire se dissocient et entrent en dégénérescence graisseuse. L'œuf emprunte par endosmose au sang de l'hôte les matériaux nutritifs nécessaires à son développement. Longtemps encore après son éclosion la larve ne paraît se nourrir qu'aux dépens du sang de son hôte ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques Coccidies nouvelles, parasites des Poissons.* Note de M. P. THÉLOHAN ([2]), présentée par M. Ranvier.

« J'ai déjà signalé ([3]) l'existence de deux espèces du genre *Coccidium*, dont le développement s'accomplit tout entier dans les tissus de l'hôte, et chez lesquelles, en rapport avec ce mode d'évolution, on constate une minceur extrême de la membrane du kyste. J'ai depuis observé des faits semblables chez d'autres espèces du même genre, également parasites chez des Poissons, et qui m'ont permis de constater quelques particularités intéressantes.

» J'ai rencontré l'une de ces espèces dans le foie du *Caranx trachurus* (Concarneau, Saint-Valery en Caux). A l'état de maturité que j'ai seul pu observer, elle se présente sous forme d'un kyste régulièrement sphérique mesurant environ 25^{μ} de diamètre, à parois très minces et renfermant quatre spores sans trace de masse résiduelle.

» Ces spores, dans le kyste, sont disposées très régulièrement, de manière à figurer une croix, et deux par deux, de telle sorte que les deux spores répondant au même diamètre du kyste sont placées au même niveau, et au-dessus ou au-dessous des deux autres. Je propose, pour ce parasite, le nom de *Coccidium cruciatum*, rappelant cette disposition qui est constante et très caractéristique.

» Les spores, vues en coupe optique, présentent un contour elliptique ou ovalaire. Elles mesurent, en moyenne, 7^{μ} à 9^{μ} de long sur 6^{μ} de large. Leur enveloppe est épaisse et remarquable par sa constitution : elle est, en effet, formée de deux valves accolées, ce que l'on n'a encore observé chez aucune Coccidie. Tout autour de la spore, suivant son grand axe, on

---

([1]) Travail du laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

([2]) Travail du laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

([3]) THÉLOHAN, *Sur deux Coccidies nouvelles, parasites de l'Épinoche et de la Sardine* (*Comptes rendus*, 15 juin 1890). — *Annales de Micrographie;* 1890.

constate l'existence d'une sorte de petit bourrelet qui marque la ligne de suture des valves.

» A l'état frais, le contenu ne laisse apercevoir que de gros globules réfringents; ces globules, qui représentent un noyau de reliquat, disparaissent en majeure partie par l'action des réactifs, et l'on peut alors distinguer les corps falciformes. Sur des préparations non colorées ou à coloration non élective, on croit souvent en observer quatre : cela tient à ce que ces éléments, beaucoup plus longs que la spore, sont recourbés dans son intérieur, et que de plus il se produit, au niveau du bourrelet de la coque, un phénomène de réfraction qui donne la sensation d'une solution de continuité dans leur longueur. En réalité, il n'en existe que deux, et, en étudiant des préparations convenablement fixées et colorées, on arrive à les distinguer entièrement, ainsi que le noyau de chacun d'eux.

» J'ai rencontré le *C. cruciatum* tantôt disséminé dans le tissu du foie, tantôt logé dans de petites masses brunâtres, presque toujours situées dans le voisinage de vaisseaux importants et présentant une enveloppe conjonctive qui est une dépendance de la tunique adventice de ces derniers.

» Dans le foie de la Sardine, j'ai observé une autre Coccidie très voisine de la précédente. Elle n'en diffère que par les dimensions peut-être un peu moins considérables de son kyste et parce que les spores sont toujours disposées sans ordre dans celui-ci. Les spores d'ailleurs présentent une structure et une taille identiques à celles du *C. cruciatum*.

» Je m'abstiens, pour le moment, de donner un nom à ce parasite, mes observations ne me permettant pas de décider avec assez de certitude s'il doit être distingué spécifiquement du parasite du *Caranx*, ou si ces deux organismes doivent être réunis sous la même dénomination.

» Enfin, j'ai rencontré chez la Tanche, dans le foie, la rate et le rein, un *Coccidium* de très petite taille, pour lequel je propose le nom de *C. minutum*. J'ai pu étudier les diverses phases de son développement et, en particulier, j'ai retrouvé ici la division karyokinétique du noyau que j'avais déjà signalée dans le *C. gasterostei*. Le kyste ne dépasse pas 10 à 12μ de diamètre. Les spores, au nombre de quatre, sont fusiformes et renferment chacune deux sporozoïtes nucléés.

» En terminant cette Note, je désire appeler l'attention sur de petits corps très singuliers que j'ai rencontrés depuis longtemps dans les tissus de divers Poissons. Leur forme est ordinairement ovoïde, quelquefois un peu irrégulière; ils présentent une membrane d'enveloppe épaisse, à

double contour très net. A l'une des extrémités, on observe un noyau; le reste de la cavité est rempli par de petits bâtonnets très minces qui semblent converger vers un point situé le plus souvent à l'opposite du noyau. Ils ne sont jamais intra-cellulaires. Leurs dimensions ne sont pas les mêmes chez les différents Poissons.

» Ils m'ont présenté 6 à 9μ de long sur 4 à 6 de large dans l'épithélium intestinal de la Perche, 10 à 12μ sur 5 à 8 dans l'épithélium du rein de l'Épinoche, 15μ sur 10 à 12 dans le tissu conjonctif de l'ovaire du Vairon, 12 à 15μ sur 6 à 9 dans l'épithélium des branchies de la Tanche. J'en ai aussi trouvé dans l'Ablette, la Carpe, etc.

» M. le Dr Laguesse, au cours de ses belles recherches sur l'histologie des Poissons, a eu l'occasion d'observer ces mêmes corps, particulièrement chez les Crénilabres.

» Je ne puis malheureusement que signaler l'existence de ces singulières productions. Leur nature parasitaire me semble à peu près hors de doute; mais elles présentent des caractères si particuliers, que je n'ai pu leur découvrir d'affinités avec aucune forme de parasite connue. »

PHYSIOLOGIE. — *Inhibition du hoquet, par une pression sur le nerf phrénique.* Note de M. **Leloir**, présentée par M. Bouchard.

« Il y a cinq ans, je fus consulté pour une petite fille de 12 ans, atteinte depuis un an de hoquet incoërcible, se produisant toutes les demi-minutes, entravant le sommeil, la nutrition, et amenant le dépérissement de l'enfant. On avait prescrit en vain les antispasmodiques. L'idée me vint de comprimer fortement le nerf phrénique gauche, entre les deux attaches sterno-claviculaires du muscle sterno-cléido-mastoïdien. La compression digitale, assez douloureuse, dura trois minutes : au bout de ce temps, le hoquet avait complètement disparu, et je fus surpris de constater qu'il ne s'est plus reproduit depuis cette époque.

» J'ai, depuis lors, appliqué un grand nombre de fois cette méthode pour faire disparaître des hoquets chroniques ou aigus, résistant à tout autre traitement. J'ai toujours réussi, en comprimant pendant quelques minutes, quelques secondes dans certains cas, le nerf phrénique au point indiqué.

» Cette méthode me semble constituer une application intéressante des recherches de Vulpian, de Charcot et de Brown-Séquard sur l'action thérapeutique de l'excitation des nerfs périphériques. »

BOTANIQUE. — *Sur l'appareil mucifère des Laminaires.* Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« Il existe chez les Laminaires un tissu sécréteur spécial, qui produit un abondant mucilage. Remarqués dès le commencement du siècle dans une espèce des côtes d'Europe, puis successivement observés dans un nombre croissant de Laminariacées exotiques, les *canaux* ou *lacunes mucifères*, comme on les appelle ordinairement, ont été mentionnés par plusieurs algologues dans les descriptions d'espèces; mais leur formation et leur structure sont restées jusqu'ici peu connues. Les seules observations quelque peu attentives qui les concernent ont été faites par M. Will ([1]) et par M. O. Rosenthal ([2]) sur des échantillons de *Macrocystis* conservés dans l'alcool.

» En reprenant cette étude dans des conditions favorables, au bord de la mer, sur des matériaux frais ou fixés par des réactifs appropriés ([3]), j'ai constaté que les *canaux mucifères* forment un appareil sécréteur tout particulier, qui n'existe dans aucun autre groupe de plantes. La connaissance de cet appareil m'a conduit ensuite à passer en revue les divers genres de Laminariacées conservées dans les collections, afin de rechercher le degré d'importance que sa présence ou son absence peut présenter pour la classification.

» Pour avoir la notion complète du mode de développement et de répartition des canaux mucifères, il faut s'adresser à une espèce qui en soit pourvue dans tous ses organes : tel est le cas du *Laminaria Cloustoni* Edmonst., qui occupe, sur nos côtes de Bretagne, les récifs les plus battus par les vagues et ne découvre qu'aux plus basses marées d'équinoxe.

» Le système végétatif de cette Algue se compose, comme on sait, d'une lame ou fronde annuelle, qui se découpe en lanières avec l'âge, et d'un stipe ou pied vivace, pourvu de rhizoïdes fixant la plante aux rochers.

([1]) Will, *Zur Anatomie von Macrocystis luxurians* Hook. fils et Harv. (*Bot. Zeit.;* 1884, n°s 51 et 52).

([2]) O. Rosenthal, *Zur Kenntniss von Macrocystis und Thalassiophyllum* (*Flora*, 1890, p. 105-147).

([3]) La technique employée sera indiquée dans un travail plus étendu qui paraîtra sous peu dans les *Annales des Sciences naturelles.*

C'est au point d'union de la lame et du stipe que se trouve la zone de croissance intercalaire ou point végétatif. Les canaux mucifères y naissent et se différencient, en deux directions opposées, dans les nouveaux tissus que la zone génératrice, longue de quelques millimètres, forme vers le haut pour donner la lame, vers le bas pour allonger le stipe.

» A l'origine, ce sont des méats lenticulaires, qui prennent naissance dans l'assise superficielle de la zone génératrice. La cloison radiale commune à deux cellules se transforme en mucilage dans sa partie médiane; puis, les deux cellules se divisent tangentiellement pendant que le méat s'élargit, mais elles n'offrent pas les caractères propres aux cellules de bordure qui entourent les canaux sécréteurs des Phanérogames. C'est seulement un peu plus tard qu'un groupe de petites cellules sécrétrices, formées par la division d'une ou plusieurs cellules de bordure, apparaît à la base du méat, c'est-à-dire à son extrémité opposée à la surface de la lame ou du stipe.

» Par suite de cloisonnements répétés qui s'effectuent en dehors d'eux pour donner l'écorce, les méats s'enfoncent de plus en plus dans le parenchyme cortical; dès qu'ils en occupent la zone interne, ils se mettent en communication les uns avec les autres et forment un réseau. Mais, au lieu de se multiplier de façon à en tapisser toute la surface interne et inférieure, les cellules sécrétrices restent localisées, au point de jonction des branches du réseau, sous forme d'îlots assez éloignés ou rapprochés par deux ou trois les uns des autres. En grossissant, ces îlots glandulaires prennent ordinairement l'aspect de cupules ou nacelles à bords irréguliers et ondulés; souvent même ils sont pourvus de culs-de-sac dus au rapprochement et à la soudure des bords de la nacelle.

» Un autre caractère tout spécial consiste en ce que, après la formation des mailles, on voit naître, sur la face opposée à celle qu'occupent les amas glandulaires, de nombreux diverticulums ou tubes qui se dressent perpendiculairement aux branches du réseau et s'avancent jusque sous l'épiderme en écartant les cellules corticales, aussi bien dans le stipe que dans la lame. Ces tubes ne s'ouvrent pas directement à la surface, comme les conduits excréteurs des glandes mucipares de certains animaux; dans la lame, ils soulèvent légèrement l'épiderme, mais sans le traverser pour déverser leur contenu à l'extérieur.

» Ainsi constitué, l'appareil mucifère du *L. Cloustoni* se retrouve avec des caractères semblables chez presque toutes les espèces du genre *Laminaria;* un très petit nombre, en effet, en sont entièrement privées. Parmi

celles qui le possèdent, les unes en sont pourvues à la fois dans le stipe et dans la lame, les autres seulement dans la lame. Les deux cas se rencontrent, par exemple, dans les espèces des côtes de France, au nombre de quatre : le premier cas comprend, à côté du *L. Cloustoni*, le *L. Rodriguezii;* le second, le *L. flexicaulis* et le *L. saccharina*. Dans les espèces exotiques, le premier cas est plus fréquent que le second.

» Il importe aussi de remarquer que la largeur et la forme des mailles du réseau, ainsi que la grosseur de ses branches, peuvent varier non seulement d'une espèce à l'autre, mais aussi dans une même espèce, suivant l'âge et la région considérés. Il en résulte que, pour la même espèce, les canaux se montrent, sur la section transversale de la lame ou du stipe, tantôt gros et tantôt petits, tantôt nombreux et tantôt rares. Ces variations expliquent en partie le désaccord qui existe entre les auteurs au sujet de l'intérêt qu'ils présentent pour la classification.

» Des faits analogues se rencontrent dans les autres genres, pour la plupart exotiques, de la famille des Laminariacées (j'ai examiné 21 espèces et 15 genres). Leur étude m'autorise à conclure que la présence ou l'absence de l'appareil mucifère offre un caractère important pour la distinction des espèces. A défaut de ce résultat, l'exposé qui précède aurait du moins, je crois, l'avantage de fournir sur la morphologie de ce curieux appareil des données beaucoup plus précises que celles que nous possédions jusqu'à ce jour. »

BOTANIQUE. — *Sur l'insertion dorsale des ovules chez les Angiospermes.* Note de M. **Gustave Chauveaud**, présentée par M. Duchartre.

« En étudiant les phénomènes de la reproduction chez les Asclépiadées, j'ai constaté que certaines de ces plantes produisent leurs ovules sur la face inférieure ou dorsale de leurs feuilles carpellaires.

» Dans cette famille, le pistil est formé de deux feuilles carpellaires opposées, libres dans leur région basilaire ou ovarienne, réunies dans leur portion terminale en une masse pentagonale tout à fait caractéristique. Si l'on suit, sur des coupes transversales, le développement de l'une de ces feuilles carpellaires chez le Dompte-venin (*Vincetoxicum officinale*, par exemple), on voit tout d'abord celle-ci se reployer vers l'intérieur de la fleur, de telle sorte que ses bords viennent se rencontrer au centre de

cette dernière. Arrivés au contact l'un de l'autre, ces bords accentuent leur courbure et s'avancent en direction radiale et centrifuge à l'intérieur de la cavité ovarienne qu'ils viennent de circonscrire. Les portions de la feuille carpellaire demeurent étroitement accolées dos à dos dans cette direction centrifuge, mais, après un court trajet, les bords divergent et se coudent à angle droit de part et d'autre de cette direction. Ils continuent de s'accroître ainsi, formant deux ailes dont la face étalée vers le centre de la cavité ovarienne regarde en même temps le côté externe de la fleur. Ce mouvement a eu pour effet de placer les portions nouvellement formées dans une situation identique, par rapport à l'axe, à celle de la portion médiane apparue à l'origine. Ce sont ces deux ailes qui vont donner naissance aux ovules. En effet, on voit ceux-ci se montrer bientôt sous forme de petits mamelons, qui font saillie sur leur face externe, face qui est bien la continuation directe de la face inférieure de la feuille carpellaire.

» Cette disposition particulière du placenta du Dompte-venin est facile à saisir quand on suit les diverses phases du développement; toutefois l'orientation des faisceaux libéro-ligneux qui parcourent les ailes placentaires permet encore de la reconnaître soit dans la fleur adulte, soit même dans le fruit, alors que les deux ailes soudées ensemble forment une masse plus ou moins irrégulièrement lobulée.

» On admettait jusqu'ici que toutes les Angiospermes produisent leurs ovules sur la face supérieure ou sur la portion marginale de leurs bords carpellaires, et ce caractère constituait l'une des différences invoquées pour séparer le groupe des Angiospermes de celui des Gymnospermes, chez lesquels au contraire les ovules naissent toujours sur la face inférieure des carpelles. D'autre part, les recherches récentes ont permis d'établir la comparaison entre les organes reproducteurs de toutes les plantes vasculaires.

» C'est ainsi que l'on peut passer par suppression d'un cloisonnement, du sporange des Cryptogames vasculaires au nucelle des Gymnospermes, et par un raccourcissement analogue, de ce dernier au nucelle des Angiospermes. Or, chez la plupart des Cryptogames vasculaires, les sporanges sont situés à la face inférieure des feuilles; les Angiospermes, par la situation de leurs ovules, se distinguaient donc des deux autres groupes de plantes vasculaires. L'observation précédente montre que cette distinction n'existe pas. Elle montre, en outre, que l'on peut établir une homologie

plus complète entre l'organe mâle et l'organe femelle de ces dernières plantes, car on savait déjà ([1]) que les sacs polliniques peuvent se rencontrer sur la face inférieure de leurs feuilles staminales. Le cas du Dompte-venin n'est pas d'ailleurs un fait isolé, et dans le groupe des Apocymées et Asclépiadées on peut rencontrer tous les passages entre une insertion franchement dorsale et une insertion simplement marginale. »

BOTANIQUE. — *Le chlorure de sodium dans les plantes*. Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Duchartre.

En étudiant les plantes du littoral, j'ai montré que des modifications anatomiques correspondent aux différences extérieures qui, dans une même espèce, affectent les échantillons du bord de la mer comparés à ceux qui remontent vers l'intérieur des terres. Recherchant les causes de ces modifications, j'ai cultivé des plantes sur du terreau arrosé avec des dilutions d'eau de mer et des solutions de chlorure de sodium. Il m'a été possible de reproduire dans les deux séries, avec certaines concentrations, les modifications reconnues dans la nature. J'ai donc signalé, parmi les causes de ces modifications, l'action de l'eau de mer, et, particulièrement, l'influence du chlorure de sodium ([2]).

» Comment agit ce chlorure de sodium? Que deviennent les éléments de ce sel? Pénètrent-ils dans les plantes étudiées?

» Je possède sur ce sujet quelques données que je ne comptais publier cette année qu'avec les résultats de nouvelles cultures expérimentales; mais, les circonstances me forçant à ajourner celles-ci, je crois devoir, dès maintenant, présenter les faits acquis.

» Mes recherches ont porté sur le *Lepidium sativum* et le *Raphanus sativus*, qui ont fourni les meilleurs résultats dans les études précédentes. J'ai mis à digérer dans le même volume d'eau, et pendant le même temps, des poids égaux de tiges desséchées et broyées du *Lepidium* cultivé en 1890.

([1]) Voir notamment G. Bonnier, *Observations sur la situation morphologique des sacs polliniques chez* l'Helleborus fœtidus (*Bull. Soc. Bot. de France*, p. 139; 1879).

([2]) P. Lesage, *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles* (*Comptes rendus*, 29 juillet 1889 et *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, 1890). — *Action du sel marin sur les Radis* (*Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Marseille, 21 septembre 1891).

La même opération a été faite avec des Radis rapés et récoltés en 1891. J'ai ainsi obtenu des liqueurs sur lesquelles ont été faits les dosages suivants.

» Les éléments du sel marin sont le chlore et le sodium; considérons ces deux corps isolément.

» *Le chlore à l'état de chlorure.* — J'ai dosé les chlorures par le nitrate d'argent. Pour le *Lepidium*, j'ai comparé les échantillons poussés sur du terreau arrosé à l'eau de Vilaine à ceux qui avaient été arrosés avec la même eau contenant 5 pour 1000 de sel marin. Dans le premier cas, 20^{cc} de liqueur demandaient $2^{cc},7$ de la solution de nitrate d'argent pour précipiter tous les chlorures; dans le second, il en fallait $4^{cc},9$.

» Pour les Radis, j'ai opéré sur des échantillons arrosés, d'une part, à l'eau de Vilaine, d'autre part avec une solution contenant 15 pour 1000 de sel marin. Dans le premier cas, il fallait 2^{cc}, dans le second $6^{cc},5$ de liqueur d'argent pour précipiter les chlorures contenus dans 20^{cc} d'extrait.

» *Le chlore pénètre donc en plus grande quantité dans ces plantes quand le chlorure de sodium est plus abondant dans les arrosages.*

Le sodium. — J'ai recherché le sodium sous la forme de chloroplatinate par la méthode indiquée par M. Dehérain [1] en mettant dans des verres de montre le même volume des liqueurs, additionné de quantités égales de chlorure de platine et laissant évaporer dans une atmosphère desséchée par l'acide sulfurique.

» Il m'a été facile de voir, dans les quatre cas précédents, qu'il y avait du sodium partout, mais aussi que ce corps était en plus grande abondance dans les liqueurs provenant des échantillons arrosés, pour le *Lepidium*, à 5 pour 1000, pour le Radis, à 15 pour 1000 de sel marin.

» En variant cette méthode, j'ai pu constater les mêmes différences au microscope. Sur une lame de verre, à une goutte de liqueur j'ajoute une goutte de solution étendue de chlorure de platine et je dessèche sur une plaque chauffante. On reconnaît très bien, à un faible grossissement, le chloroplatinate de sodium en lames allongées et en baguettes isolées ou maclées, qu'on rencontre en faisant la même opération et substituant le chlorure de sodium à la liqueur, mais qu'on ne voit plus sur des préparations où l'on emploie les chlorures de calcium, de magnésium, de zinc, ainsi que je l'ai fait pour vérifier cette réaction. Je ne parle pas du chloroplatinate de potassium qui est si reconnaissable par ses octaèdres ou ses macles d'une forme nettement caractéristique.

» Ce procédé permet d'inclure les préparations dans du baume de Canada et de les examiner pendant un certain temps, ce qui devient difficile autrement, quand on se trouve dans une atmosphère légèrement humide, car le chloroplatinate de sodium est très déliquescent.

---

(1) P.-P. Dehérain, *Assimilation de la soude par les plantes* (*Annales des Sciences naturelles et botaniques*, 5e série, t. VI, p. 342).

» Enfin le dosage exact du potassium et du sodium par la méthode de Deville a donné les résultats suivants, pour 30^{gr} de Radis frais (¹) :

	K et Na dosés à l'état de chlorures.	
	KCl.	NaCl.
Arrosage à l'eau de Vilaine	161^{mgr},318	45^{mgr},7
Arrosage à 15 pour 1000 de NaCl	60^{mgr}	161^{mgr},4

» Il ressort nettement de là que *le sodium pénètre en plus grande abondance dans les tiges du Lepidium et dans les tubercules du Radis quand les arrosages sont plus riches en sel marin.*

» En *résumé*, quand on arrose le *Lepidium sativum* et le *Raphanus sativus*, avec du chlorure de sodium, on retrouve, dans ces plantes, les éléments de ce sel qui, par conséquent, *est absorbé par elles dans une certaine proportion.* »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'une couronne lunaire, le 14 janvier 1892.* Note de M. **Chapel.**

« Dans la soirée du 14 janvier, vers 10^{h}, on a pu observer, de Paris, une assez belle couronne lunaire.

» Cette couronne se développait à l'est de la Lune, à 18° environ de l'astre, sur un arc de près de 90°. Elle présentait les couleurs et l'éclat d'un arc-en-ciel solaire d'intensité moyenne, dont la largeur serait réduite à 2° environ.

» De légers nuages moutonnés couraient sur le ciel, dans le voisinage de la Lune; mais la couronne était certainement due à des nuées beaucoup plus élevées et complètement invisibles.

» Ce phénomène est, je crois, assez rare : je n'en connais d'autre observation récente que celle qui a été faite, à Bordeaux, par M. Lespiault, le 15 puis le 19 décembre 1874 (*Comptes rendus,* t. LXXIX).

» En l'enregistrant, le savant professeur se demandait s'il n'existait pas quelque relation entre ce phénomène et les importantes perturbations atmosphériques qui se manifestèrent à cette époque. »

M. **Léopold Hugo** adresse une Note relative à l'extinction de l'étoile de Cassiopée (1572), étudiée par Tycho Brahé.

(¹) Ce dosage a été fait au Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Rennes, dirigé par M. Lechartier, Correspondant de l'Académie.

M. V. **Ducla** adresse une Note relative à une méthode de détermination du nombre π.

M. Ch. **Morel** adresse une Note relative à un nouvel hygromètre.

M. le D[r] **Pigeon** adresse une Note relative aux causes provocatrices des épidémies.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

ERRATA.

(Séance du 11 janvier 1892.)

Note de M. *Resal,* Sur la résistance et les faibles déformations des ressorts en hélice :

Page 40, lignes 6 et 7, introduire le facteur $d\theta$ entre les deux intégrales des intégrales doubles de δx, δy.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JANVIER 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les propriétés de la loxodromie d'un cône de révolution et leur application au ressort conique;* par M. **H. Resal**.

« 1. Si nous avons bon souvenir, ce n'est qu'à l'Exposition de 1867 qu'on a vu paraître le ressort conique à section rectangulaire, fréquemment employé depuis pour les wagons des trains de marchandises. Ensuite, pour certains usages, la section est devenue circulaire (exemple, double ressort conique des sommiers des tapissiers). Dans la pratique, la forme de la fibre moyenne varie selon le caprice du constructeur; nous proposons de lui donner celle d'une loxodromie conique, forme qui nous a été si utile, il y a plusieurs années, pour définir rationnellement la vrille et le pieu à vis. Mais, avant d'aborder la question du ressort, il nous paraît né-

cessaire d'établir quelques propriétés de la loxodromie conique dont nous n'avons trouvé aucune trace dans les Ouvrages didactiques.

» 2. *Propriétés de la loxodromie conique.* — Soient :

Oz l'axe du cône;
xOy le plan d'un parallèle déterminé dont le rayon est R; Ox passe par l'intersection de la ligne avec ce plan;
2ω l'angle de la section méridienne du cône;
i l'inclinaison de la tangente sur xOy, complément de l'angle constant sous lequel la ligne coupe les génératrices du cône;
r la distance à Oz d'un point quelconque m de la ligne, et θ l'angle formé par le plan mOz avec le plan xOz.

» En posant

$$\lambda = \sin\omega \tang i = \tang\alpha, \tag{1}$$

les équations

$$r = \mathrm{R} - z \tang\omega, \qquad r\,d\theta = \frac{dz}{\cos\omega}\cos i$$

donnent les suivantes

$$\left\{\begin{array}{l} r = \mathrm{R}e^{-\lambda\theta}, \quad x = \mathrm{R}e^{-\lambda\theta}\cos\theta, \quad y = \mathrm{R}e^{-\lambda\theta}\sin\theta, \quad z = \mathrm{R}(1 - e^{-\lambda\theta})\cot\omega, \\ ds = \dfrac{1}{\sin i}\dfrac{dz}{\cos\omega} = \dfrac{\mathrm{R}}{\cos i}e^{-\lambda\theta}\,d\theta, \qquad s = \dfrac{\mathrm{R}}{\sin\omega\sin i}(1 - e^{-\lambda\theta}). \end{array}\right. \tag{2}$$

» Soient :

a, b, c les cosinus des angles de la tangente avec Ox, Oy, Oz;
a', b', c' les cosinus des angles de la normale principale avec Ox, Oy, Oz;
a'', b'', c'' les cosinus des angles de la binormale avec Ox, Oy, Oz;
ρ, τ les rayons de courbure et de cambrure.

» On a

$$a = -\frac{\cos i}{\cos\alpha}\sin(\theta + \alpha), \qquad b = \frac{\cos i}{\cos\alpha}\cos(\theta + \alpha), \qquad c = \sin i \cos\omega, \tag{3}$$

$$a' = -\rho\frac{\cos i}{\cos\alpha}\cos(\theta + \alpha)\frac{d\theta}{ds}, \qquad b' = -\rho\frac{\cos i}{\cos\alpha}\sin(\theta + \alpha)\frac{d\theta}{ds}, \qquad c' = 0, \tag{4}$$

$$\frac{b'}{a'} = \tang(\theta + \alpha), \tag{5}$$

$$a' = -\cos(\theta + \alpha), \qquad b' = -\sin(\theta + \alpha), \tag{6}$$

$$\rho = \frac{\mathrm{R}\cos\alpha\, e^{-\lambda\theta}}{\cos^2 i}. \tag{7}$$

Il résulte des équations (3) et (6) que la normale principale au point (r, θ, z) de la loxodromie est parallèle à la normale au point $(r, \theta, 0)$ de la spirale représentée par la première des équations (2). On reconnaît facilement que le rapport des rayons de courbure des deux lignes est constant.

» On a maintenant

$$(8)\qquad \begin{cases} a'' = cb' - bc' = -\sin i \cos\omega \sin(\theta + \alpha), \\ b'' = \sin i \cos\omega \cos(\theta + \alpha), \\ c'' = -\dfrac{\cos i}{\cos\alpha}, \end{cases}$$

$$\tau = \frac{a}{\dfrac{da}{ds}} = \frac{\rho \cot i}{\cos\omega \cos\alpha}.$$

$$(9)\qquad \frac{\rho}{\tau} = \cos\omega \cos\alpha \operatorname{tang} i.$$

» Le cosinus de l'angle formé par la binormale avec la tangente au parallèle a pour valeur

$$\sin i \cos\omega \cos\alpha.$$

3. *Petites déformations de la loxodromie.* — Nous nous reporterons aux considérations exposées aux n°s 2 et 3 de notre Communication du 11 janvier. En posant

$$f_1 = \frac{\cos^2 i}{\sin i \cos\alpha} \int_0^\theta \cos(\theta + \alpha)\, \delta \frac{\rho}{\tau}\, d\theta, \qquad f_2 = \frac{\cos^2 i}{\sin i \cos\alpha} \int_0^\theta \cos(\theta + \alpha)\, \delta \frac{\rho}{\tau}\, d\theta,$$

nous avons

$$(10)\qquad \begin{cases} \delta a'' = \cos\omega \operatorname{tang} i \cos\alpha\, (\delta a - f_1), \\ \delta b'' = \cos\omega \operatorname{tang} i \cos\alpha\, \delta b, \\ \delta c'' = \cos\omega \operatorname{tang} i \cos\alpha\, \delta c. \end{cases}$$

» En portant les valeurs (8) et (10) dans l'équation $a''\delta a'' + \ldots = 0$, on trouve

$$(11)\qquad \begin{cases} \sin(\theta + \alpha)\,\delta a - \cos(\theta + \alpha)\,\delta b + \dfrac{\cot i\, \delta c}{\cos\omega \cos\alpha} \\ \qquad = \sin(\theta + \alpha) f_1 - \cos(\theta + \alpha) f_2. \end{cases}$$

» L'équation $a\,\delta a + \ldots = 0$ revient à

$$(12)\qquad -\sin(\theta + \alpha)\,\delta a + \cos(\theta + \alpha)\,\delta b + \operatorname{tang} i \cos\omega \cos\alpha\, \delta c = 0.$$

» Si l'on élimine δc entre les équations (11) et (12), on trouve

$$(13)\qquad \sin(\theta+\alpha)\,\delta a - \cos(\theta+\alpha)\,\delta b = \mathrm{F},$$

en posant

$$(14)\qquad \mathrm{F} = [\sin(\theta+\alpha) f_1 - \cos(\theta+\alpha) f_2] \cos^2\omega \sin^2 i.$$

» L'équation $\frac{da}{ds}\frac{d\,\delta a}{ds} + \ldots = \frac{1}{\rho}\,\delta\,\frac{1}{\rho}$ donne

$$(15)\qquad \cos(\theta+\alpha)\,\frac{d\,\delta a}{d\theta} + \cos(\theta+\alpha)\,\frac{d\,\delta b}{d\theta} = \mathrm{G},$$

en posant encore

$$(16)\qquad \mathrm{G} = -\frac{\mathrm{R}e^{-\lambda\theta}}{\cos i}\,\delta\,\frac{1}{\rho}.$$

» L'équation (13) peut se mettre sous la forme

$$\frac{d}{d\theta}\cos(\theta+\alpha)\,\delta a + \frac{d}{d\theta}\sin(\theta+\alpha)\,\delta b = -\mathrm{F},$$

et en l'ajoutant à l'équation (15), puis intégrant, on trouve

$$(17)\qquad \cos(\theta+\alpha)\,\delta a + \sin(\theta+\alpha)\,\delta b = \int_0^\theta (\mathrm{G}-\mathrm{F})\,d\theta.$$

» On déduit des équations (13) et (17),

$$(18)\qquad \begin{cases} \delta a = \cos(\theta+\alpha)\displaystyle\int_0^\theta (\mathrm{G}-\mathrm{F})\,d\theta + \mathrm{F}\sin(\theta+\alpha), \\ \delta b = \sin(\theta+\alpha)\displaystyle\int_0^\theta (\mathrm{G}-\mathrm{F})\,d\theta - \mathrm{F}\cos(\theta+\alpha). \end{cases}$$

» En portant ces valeurs dans l'équation (12), on trouve

$$(19)\qquad \delta c = \frac{\cot i}{\cos\omega\cos\alpha}\,\mathrm{F},$$

par suite,

$$(20)\qquad \delta z_1 = \frac{\mathrm{R}}{\sin i \cos\omega\cos\alpha}\int_0^{\theta_1} \mathrm{F}e^{-\lambda\theta}\,d\theta.$$

» 4. *Du ressort.* — Il est encastré en A_0 dans les conditions admises au n° 4 de notre Communication du 18 janvier. Si sa section est rectangulaire,

son extrémité A_1 où agit, parallèlement à l'axe Oz, une force P, se trouve à une très petite distance de cet axe. Lorsque la section est circulaire, il y a en A_1 un raccordement aboutissant à Oz, à l'extrémité duquel agit la force P. Quoi qu'il en soit, il nous est permis de supposer que P agit suivant Oz.

» Nous ne nous occuperons pas des conditions de résistance du ressort qu'il est très facile d'établir.

» On a

$$\mathfrak{M}_u = 0, \qquad \mathfrak{M}_v = \mathrm{PR} \sin i \cos\omega \cos\alpha e^{-\lambda\theta}, \qquad \mathfrak{M}_\xi = \mathrm{PR} \cos i e^{-\lambda\theta}.$$

» Si l'on pose

$$(21) \qquad \mathrm{H} = \frac{\mathrm{PR}^2}{\mathrm{EI}_\xi} \cos i \left(\frac{5}{2} - \frac{\mathrm{I}_\rho}{\mathrm{I}_v} \cos^2\omega \cos^2\alpha \,\mathrm{tang}^2 i\right),$$

on trouve successivement

$$\delta \frac{\rho}{\tau} = \frac{\mathrm{H}\cos\alpha}{\cos^2 i} e^{-2\lambda\theta},$$

$$(22) \quad \delta z_1 = \frac{\mathrm{H}\cos\omega\cos\alpha}{1 + 3\sin^2\alpha} \left\{ \frac{1}{3\lambda}(1 - e^{-3\lambda\theta_1}) + \sin\alpha[\cos\alpha - \cos(\theta_1 - \alpha) e^{-\lambda\theta_1}] \right\}.$$

» Comme, pour les ressorts en hélice, les limites de i sont 10° et 12°, l'angle ω est généralement compris entre 17° et 18°, et son cosinus diffère peu de l'unité; de plus, l'angle α n'est que de quelques degrés. Il sera donc permis, sans erreur appréciable, de prendre $\cos^2\omega \cos^2\alpha = 1$ dans le terme de H en $\frac{\mathrm{I}_\xi}{\mathrm{I}_v} \mathrm{tang}^2 i$, qui est lui-même généralement très petit.

Supposons que le ressort se compose d'un nombre entier de spires, et désignons par q le rapport de la variation δz_1 à celle qui correspond à $\lambda = 0$ (ressort en hélice); on a

$$q = \frac{\cos\omega\cos\alpha}{1 + 3\sin^2\alpha} \left[\frac{1 - e^{-3\lambda\theta_1}}{3\lambda\theta_1} + \frac{\sin 2\alpha}{2\theta_1}(1 - e^{-\lambda\theta_1}) \right].$$

En prenant, comme moyennes des valeurs usuelles, $i = 11°$, $\omega = 17°30'$, $\theta_1 = 2\pi \times 7$, on obtient

$$q = 0{,}121.$$

» Le rapport des ressorts conique et hélicoïde étant $\frac{1}{3{,}417}$, celui de leurs dilatations longitudinales sera 0,41. Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, à quelque point de vue qu'on se place, le ressort conique est beaucoup plus raide que le ressort hélicoïde.

» Nous terminerons cette étude par quelques mots sur les déformations latérales qui ont été un peu négligées. Par des intégrations par parties, on peut écrire, pour les ressorts en hélice,

$$\cos i \frac{\delta x}{R} = \quad \sin\theta \int_0^\theta (G - F)\, d\theta + [(G - 2F)\cos\theta]_0^\theta - \int_0^\theta \frac{d}{d\theta}(G - 2F)\cos\theta\, d\theta,$$

$$\cos i \frac{\delta y}{R} = -\cos\theta \int_0^\theta (G - F)\, d\theta + (G - 2F)\sin\theta \quad - \int_0^\theta \frac{d}{d\theta}(G - 2F)\sin\theta\, d\theta,$$

d'où l'on déduira

$$R\,\delta\theta = \cos\theta\,\delta y - \sin\theta\,\delta x, \qquad \delta R = \cos\theta\,\delta x + \sin\theta\,\delta y.$$

» Si le ressort est composé d'un nombre entier de spires et si la force est perpendiculaire à Oz (p. 102), on a

$$\cos i\,\delta\theta_1 = \quad \frac{PR^2}{EI_\xi}\left[\left(\frac{I_\xi}{I_\rho}\cos 2i + 5\sin^2 i\right)m + \tfrac{1}{4}\sin^2 i\left(\frac{I_\xi}{I_\rho} - \frac{5}{2}\right)\theta_1\right]\theta_1,$$

$$\cos i \frac{\delta R_1}{R} = -\frac{PR^2}{EI_\xi}\left[\frac{I_\xi}{I_\rho}(1 - \tfrac{3}{2}\sin^2 i) + \tfrac{15}{4}\sin^2 i\right],$$

et, de plus,

$$\delta z_1 = \frac{PR^2 \sin i}{EI_\xi}\left(\frac{5}{2} - \frac{I_\xi}{I_\rho}\right)\theta_1.$$

» La variation δz_1 est positive pour le ressort à boudin; elle ne devient négative, pour un ressort dont la lame est rectangulaire, que si le rapport de la hauteur à l'épaisseur est supérieure à $\sqrt{\frac{3}{2}}$. »

RAPPORTS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Rapport sur le déplâtrage des vins.*

(Commissaires : MM. Berthelot, Gautier, Duclaux, rapporteur.)

« Par une Lettre en date du 4 décembre 1891, la Chambre syndicale du Commerce en gros des vins et spiritueux de Paris prie l'Académie, par l'organe de son Président, de vouloir bien lui faire connaître son avis au sujet de l'emploi des sels de strontiane pour le déplâtrage des vins. Cette Lettre est accompagnée d'un rapport sur la question, rapport adopté par la Chambre syndicale.

» On sait que, depuis une trentaine d'années, l'emploi du plâtre dans la vendange s'est généralisé dans une partie du midi de la France, non sans protestations de la part des conseils d'hygiène, des savants et des consommateurs. Une loi récente, en date du 11 juillet dernier, en se prononçant contre le plâtrage, a fixé à 2^{gr} la dose maximum de tolérance que peut atteindre, dans un vin, le sulfate de potasse, et les industriels ont dû se demander comment ils parviendraient à ramener leurs vins au-dessous de la limite tolérée, en leur laissant les qualités que leur avait conférées le plâtrage.

» Ils ont été conduits à se servir pour cela d'un mélange de tartrate de strontiane et d'acide tartrique, mélange qui, ajouté en proportions convenables à un vin chargé de sulfate de potasse, y précipite du sulfate de strontiane, en y laissant en dissolution du bitartrate de potasse. Cette opération reconstitue dans le vin un des éléments que le plâtrage y avait détruits ; elle ne change presque rien à la couleur du vin plâtré, ni à son goût; elle permet d'y ramener au degré que l'on veut la dose de sulfate de potasse. Malheureusement, qu'on déplâtre complètement ou partiellement, le vin conserve toujours du tartrate de strontiane en dissolution, et en proportions qui ne sont pas négligeables; car, en prenant pour base le chiffre consigné dans le rapport de la Chambre syndicale, de $0^{gr},27$ de sulfate de strontiane par litre de vin, on trouve que ce vin contenait plus d'un demi-gramme par litre de bitartrate de strontiane. D'autres évaluations, faites au laboratoire de la Chambre syndicale des vins de Narbonne, ont donné $0^{gr},12$ de tartrate neutre, ou environ $0^{gr},20$ de bitartrate de strontiane par litre.

» Ce sel n'est pas un des éléments normaux du vin. La strontiane n'a même été signalée dans aucune de nos matières alimentaires, et ne fait pas partie de nos tissus. On la rencontre, il est vrai, dans quelques eaux minérales, comme celles de Vichy, et les sels de strontiane, essayés physiologiquement par M. Laborde, et, au point de vue thérapeutique, par divers médecins, semblent n'avoir aucun effet toxique lorsqu'ils sont bien purs. Mais si la toxicité des sels de strontiane eût irrévocablement condamné la pratique du déplâtrage, il n'en faut pas conclure que leur non-toxicité la rende légitime.

» La question posée à l'Académie par la Chambre syndicale soulève en effet des objections de principe et des objections de fait. En principe, on peut dire que, le vin étant un produit naturel, toute addition au vin d'une substance chimique doit être envisagée comme une falsification; surtout

lorsque cette addition vise à se masquer dans le produit, à conserver au vin ses caractères extérieurs, et à laisser ainsi ignorer à l'acheteur la véritable nature de la marchandise vendue.

» En dehors de cette considération, il a paru aussi à votre Commission qu'en donnant, par un avis favorable, une consécration scientifique au déplâtrage, l'Académie l'accordait par là même au plâtrage, et s'engageait en quelque sorte à l'accorder aussi à telle ou telle pratique qui serait reconnue capable de *déstrontianiser* le vin déplâtré, si l'on veut bien accepter ce néologisme.

» Il faut évidemment s'arrêter dans cette voie, au bout de laquelle le vin cesserait d'être un produit naturel pour devenir un produit chimique. Personne, ni parmi les producteurs, ni parmi les commerçants, n'a intérêt à laisser se répandre et à appuyer de l'autorité de l'Académie l'opinion que les vins de France sont des vins frelatés, fabriqués non par des vignerons, mais par des chimistes. Ce reproche leur a déjà été fait par des concurrents; prenons garde de lui donner la base qui lui manque encore.

» Voilà pour les objections de principe. Si nous arrivons maintenant à la question de fait, et aux inconvénients du procédé à la strontiane, envisagé en lui-même, nous pouvons dire ceci : De ce que la strontiane peut être absorbée impunément à hautes doses, ou devenir parfois un remède utile, on ne doit pas conclure qu'elle passera comme une substance inerte, quand elle sera absorbée journellement et à doses sensibles, dans un aliment d'un usage courant comme le vin. Il faut être non seulement prudent, mais timoré, quand il s'agit d'accepter l'introduction dans l'organisme d'une substance quelconque, organique ou minérale, qui n'y existe pas d'ordinaire, et qui, par là, est réputée ne pas devoir y entrer impunément. Quelques-unes de ces substances y amènent des désordres immédiats et sont alors, à proprement parler, des toxiques. D'autres y passent inaperçues tout d'abord, et semblent inoffensives, mais s'y révèlent par des troubles à longue échéance, même lorsqu'elles n'ont été introduites qu'une seule fois, et en faibles quantités : ce ne sont pas les moins redoutables. D'autres, enfin, soit qu'elles s'y accumulent peu à peu, soit qu'elles soient éliminées à mesure, ne deviennent nuisibles qu'à la longue. Rien ne nous dit que la strontiane ne soit pas de ces dernières.

» Serait-elle inoffensive pour la grande majorité des consommateurs, qu'elle pourrait d'ailleurs être fâcheuse pour quelques-uns, rendus plus sensibles par des questions de tempérament, de prédispositions individuelles, ou de maladies préexistantes. M. Laborde n'a-t-il pas relevé parmi

ses expériences un cas de congestion rénale chez un animal, soumis précisément à l'ingestion du tartrate de strontiane?

» Il y a enfin une dernière considération. Tous les sels de strontiane avec lesquels ont été fait les essais physiologiques ou thérapeutiques étaient des sels purs. Mais quand il s'agira de la pratique et surtout de la grande pratique, cette pureté risquera d'être compromise.

» Ce qu'il y a surtout à redouter, c'est la présence éventuelle, dans les sels de strontiane, de sels de baryte, qu'on n'en sépare pas facilement, et qui sont des plus toxiques. Le danger serait grand de livrer de grandes quantités de tartrate de strontiane à des vignerons, commerçants, industriels, qui seront tentés par le bon marché, et risqueront, par suite, de n'acheter que des sels impurs, sans pouvoir exercer eux-mêmes aucun contrôle. Nous ne parlons que pour mémoire des difficultés qu'ils auront dans la grande majorité des cas, pour assurer en outre le dosage exact des éléments employés.

» Pour toutes ces raisons, votre Commission vous propose de répondre, à la demande de M. le Président de la Chambre syndicale du Commerce en gros des vins et spiritueux de Paris, que l'Académie ne saurait donner son approbation à l'emploi des sels de strontiane pour le déplâtrage des vins, et qu'elle blâme cette pratique. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. **Mirinny** adresse une Note sur le « calendrier rationnel », à propos de la question de l'heure universelle.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. A. **Clercy** adresse un Mémoire relatif à son procédé pour vérifier la pureté des boissons alcooliques.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **Delaurier** adresse un Mémoire sur un moteur à feu, inexplosible, applicable à la navigation aérienne sans ballons.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **J.-A. Parcharidès** adresse un Mémoire relatif à un « Aérostat avec des roues à voile ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume de M. *Ad. Minet*, intitulé : « L'aluminium, fabrication, emploi, alliages ».

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le quatrième trimestre de* 1891; par M. **P. Tacchini**.

« Le nombre des jours d'observation, pour les taches et les facules, a été de 26 en octobre, 22 en novembre et 18 en décembre; en voici les résultats :

	Fréquence relative		Grandeur relative		Nombre des groupes
1891.	des taches.	des jours sans taches.	des taches.	des facules.	par jour.
Octobre	15,54	0,00	54,69	85,77	4,96
Novembre...	12,50	0,00	61,38	51,50	3,41
Décembre...	8,57	0,00	42,18	35,36	2,68

» En comparant ces données avec les résultats du trimestre précédent, on voit que le phénomène des taches et des facules solaires a un peu diminué pendant le dernier trimestre de l'année. On doit cependant faire remarquer que, dans la nouvelle série des observations, il n'y a pas un seul jour sans taches et que la fréquence des groupes se montre la même que dans le trimestre précédent, de sorte qu'on peut affirmer que nous nous trouvons dans une période de maximum des taches.

» Pour les protubérances, la saison a été moins favorable, surtout en novembre; en voici les résultats :

		Protubérances.		
1891.	Nombre des jours d'observation.	Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
			"	°
Octobre	22	9,82	43,6	1,7
Novembre	15	5,73	35,4	1,6
Décembre............	21	6,48	40,2	2,2

» La fréquence, bien marquée dans le mois de septembre, a continué également en octobre; depuis, le nombre des protubérances a un peu diminué, de manière que, pour le trimestre, on peut considérer le phénomène des protubérances comme stationnaire relativement au trimestre précédent. »

ASTRONOMIE. — *Étude expérimentale de l'équation décimale dans les observations de passages, faite à l'Observatoire de Lyon*, par MM. **Ch. André** et **F. Gonnessiat**. Présentée par M. E. Mascart.

« L'équation personnelle, dans les observations de passages par la méthode de l'œil et de l'oreille, est la résultante d'un certain nombre d'erreurs de nature et d'origine diverses, qu'il importe d'étudier séparément. L'appareil suivant permet l'étude directe de l'une d'elles, dite *équation décimale* et relative au fractionnement en dixièmes de l'intervalle parcouru par l'astre en une seconde.

» A l'une des extrémités de notre grande chambre noire (130^m de longueur) est une lame métallique percée de petits trous égaux et séparés les uns des autres par le même intervalle de 9^{mm} qui, à la distance où se trouve la lunette d'observation (lunette méridienne de Rigaud, $0^m,06$ d'ouverture), placée à l'autre extrémité de la chambre noire, correspond à très peu près à $15''$: un peu en arrière se meut, soit en sens direct (droite à gauche), soit en sens inverse, un petit chariot portant une fente verticale étroite et derrière elle une lampe à incandescence. Si ce chariot a la vitesse d'une étoile équatoriale, on percevra dans la lunette une série d'apparitions d'une étoile d'éclairement constant, se succédant à chaque seconde en des points absolument *fixes* et *déterminés* du champ.

» L'observation, qui consiste à apprécier en dixièmes de l'intervalle, la position de chaque fil par rapport aux deux positions successives de l'étoile qui le comprennent, ne peut évidemment donner lieu à d'autre erreur que l'équation décimale, laquelle se trouve ainsi isolée. On en obtient la valeur en comparant la fraction observée à la fraction vraie déterminée par des pointés micrométriques (1).

(1) Ce dispositif est, on le voit, une simplification de celui que, lors de ses *Recherches sur l'équation personnelle,* M. C. Wolf avait employé « pour détruire la continuité du mouvement de l'étoile ».

» Soient e_d l'équation décimale correspondante au dixième d et c une constante, on peut écrire

$$e_d = c + \varepsilon_d;$$

si N_d est la proportion où ce dixième est noté dans une série qui les contiendrait réellement tous en nombre égal, on aura

$$\Sigma \varepsilon_d N_d = 0,$$

et par suite,

$$c = \Sigma e_d N_d.$$

» L'équation décimale a donc pour effet d'ajouter une constante c à l'équation personnelle proprement dite; quant à l'écart ε_d, systématique dans l'observation du dixième d, il revêt un caractère accidentel dans l'ensemble de l'échelle décimale, et donne alors lieu à une valeur moyenne

$$\varepsilon = \pm \sqrt{N_d \varepsilon_d^2},$$

qui se combine avec l'erreur accidentelle d'un passage.

» Au moyen de vingt séries (D et I) de passages à huit fils, répondant chacune à un dixième différent, nous avons obtenu

Ch. A.	D.	$c = -0^s,027$,	$\varepsilon = \pm 0^s,045$	I.	$c = +0^s,034$,	$\varepsilon = \pm 0^s,039$
F. G.		$= -0^s,020$,	$= \pm 0^s,013$		$= +0^s,020$,	$= \pm 0^s,010$

» Bornons-nous, pour le moment, à la constante c. Comme l'erreur probable de nos pointés est d'environ $0^s,01$, on voit que, pour chaque observateur, quel que soit le sens dans lequel se succèdent les apparitions de l'étoile, elle a la même valeur absolue, ce qui doit être d'ailleurs. Cette constante entre donc pour le double de sa valeur, soit dans le cas actuel, pour $0^s,06$ et $0^s,04$, dans la variation de l'équation personnelle avec le sens du déplacement. Ceci confirme les idées émises, à ce sujet, par l'un de nous; et il est bon de remarquer que, par les observations célestes et les déterminations absolues à l'appareil à équation personnelle, le même observateur avait obtenu $0^s,05$ pour grandeur moyenne de cette variation. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une courbe algébrique réelle à torsion constante*. Note de M. E. **Fabry**, présentée par M. Darboux.

« Dans ses *Leçons sur la théorie des surfaces* (Livre I, Chap. IV), M. Darboux fait la remarque suivante : « On ne connaît, croyons-nous, aucune

» courbe algébrique réelle dont la torsion soit constante. Il serait inté-
» ressant d'examiner si toutes les courbes à torsion constante sont transcen-
» dantes, ou s'il y en a d'algébriques de déterminer les plus simples. »

» Je me propose de résoudre le problème ainsi posé, en déterminant une courbe particulière qui me paraît être la plus simple de celles qui répondent à la question.

La forme générale des équations des courbes à torsion constante rapportées à trois axes rectangulaires est

$$(1)\qquad \begin{cases} x = t\displaystyle\int \frac{l\,dk - k\,dl}{h^2+k^2+l^2}, \\ y = t\displaystyle\int \frac{h\,dl - l\,dh}{h^2+k^2+l^2}, \\ z = t\displaystyle\int \frac{k\,dh - h\,dk}{h^2+k^2+l^2}, \end{cases}$$

où h, k, l sont trois fonctions arbitraires d'une même variable θ.

» Posons

$$(2)\qquad \begin{cases} h = \mathrm{A}\cos\lambda\theta + \cos\mu\theta, \\ k = \mathrm{B}\sin\lambda\theta + \sin\mu\theta, \\ l = \mathrm{C}\sin\dfrac{\lambda+\mu}{2}\theta, \end{cases}$$

le rapport $\frac{\lambda}{\mu}$ étant commensurable; et déterminons A, B, C de façon : 1° que $h^2 + k^2 + l^2$ soit constant, et 2° que les trois expressions, telles que

$$l\frac{dk}{d\theta} - k\frac{dl}{d\theta},$$

soient linéaires et homogènes par rapport aux sinus et cosinus des multiples de θ, c'est-à-dire que les termes constants disparaissent. Alors les expressions de x, y, z seront des fonctions entières des sinus et cosinus des multiples entiers d'un même arc, et la courbe sera algébrique.

» La première condition donne $\mathrm{B} = -\mathrm{A}$, $\mathrm{C}^2 = 4\mathrm{A}$; la seconde, toujours remplie pour y et z, donne, pour x, $\mu = \mathrm{A}^2\lambda$. Nous supposerons donc, dans les équations (2), que l'on ait

$$\mathrm{B} = -\mathrm{A}, \qquad \mathrm{C} = 2\sqrt{\mathrm{A}}, \qquad \mu = \mathrm{A}^2\lambda.$$

» Si l'on change A en $\frac{1}{\mathrm{A}}$ en permutant λ et μ, on voit que h, k, l sont divisés par $\pm\mathrm{A}$, y ne change pas, x et z changent seulement de signe, et l'on retrouve la même courbe.

» Nous pouvons donc supposer $A > 1$ et nous poserons

$$A = +\sqrt{\frac{q+2p}{q-2p}}, \qquad \mu = \frac{q}{2}+p, \qquad \lambda = \frac{q}{2}-p,$$

q et p étant deux nombres entiers premiers entre eux, et $q > 2p$.

» Les formules (1) donnent alors

$$(3)\quad \begin{cases} x = t\sqrt{A}\,\frac{1-A}{1+A}\left[\frac{A}{3+A^2}\cos(q-p)\theta + \frac{1}{1+3A^2}\cos(q+p)\theta - \frac{1+A}{(1-A)^2}\cos p\theta\right], \\ y = t\sqrt{A}\,\frac{1-A}{1+A}\left[\frac{-A}{3+A^2}\sin(q-p)\theta + \frac{1}{1+3A^2}\sin(q+p)\theta - \frac{1+A}{(1-A)^2}\sin p\theta\right], \\ z = \frac{tA}{1+A^2}\,\frac{1-A}{1+A}\sin q\theta. \end{cases}$$

» Les deux premières équations peuvent être remplacées par les suivantes :

$$\begin{cases} x\cos p\theta + y\sin p\theta = \frac{t\sqrt{A}}{A-1} - t\sqrt{A}\,\frac{A-1}{A+1}\left(\frac{A}{3+A^2}+\frac{1}{1+3A^2}\right)\cos q\theta, \\ -x\sin p\theta + y\cos p\theta = \qquad t\sqrt{A}\,\frac{A-1}{A+1}\left(\frac{A}{3+A^2}+\frac{1}{1+3A^2}\right)\sin q\theta. \end{cases}$$

» Ces formules montrent que la courbe est engendrée par un point d'une ellipse dont le plan tourne autour de l'axe Oz d'un mouvement uniforme, pendant que le point décrit l'ellipse de façon que le rayon vecteur qui passe par le centre décrive dans son plan des aires proportionnelles au temps. Le grand axe de l'ellipse est toujours situé dans le plan XOY, et l'axe de rotation Oz le coupe sur son prolongement. Il est facile de calculer les éléments de l'ellipse en fonction de t et du rapport $\frac{p}{q}$; si $2a$ et $2b$ sont les axes, $2c$ la distance focale, d la distance de l'origine au centre et α l'angle du plan de l'ellipse avec le plan XOY, on a les relations

$$\frac{b\sin\alpha}{c} = \frac{\sqrt{q^2-p^2}}{p}, \qquad \frac{a}{d} = 1 - \frac{q}{q^2-p^2}\sqrt{q^2-4p^2},$$

$$\frac{a+b\cos\alpha}{a-b\cos\alpha} = \frac{q-p}{q+p}\sqrt{\frac{q+2p}{q-2p}}.$$

» La courbe est formée d'un nombre q d'arcs égaux que l'on peut faire coïncider par une rotation autour de l'axe Oz d'un angle $\frac{p}{q}2\pi$; chacun de ces arcs étant formé de deux branches situées de part et d'autre du plan des XY, que l'on peut faire coïncider par une rotation de 180° autour d'un axe situé dans le plan XOY. Comme $q > 2p$, il y aura au moins trois arcs

de courbe; la courbe d'ordre minimum sera celle du huitième ordre obtenue en prenant $q = 3$, $p = 1$.

» Si, dans les équations (3), on considère θ comme représentant le temps, la courbe représentative des vitesses sera déterminée par les équations

$$\left\{\begin{array}{l} x' \cos p\theta + y' \cos p\theta = \frac{pt\sqrt{A}}{A+1}\sin q\theta, \\ -x' \sin p\theta + y' \cos p\theta = \frac{pt\sqrt{A}}{A-1} + \frac{pt\sqrt{A}}{(A+1)^2}(A-1)\cos q\theta, \\ z' = -\frac{2ptA}{(A+1)^2}\cos q\theta. \end{array}\right.$$

» On obtient ainsi une courbe engendrée par un point qui décrit une circonférence d'un mouvement uniforme, pendant que son plan tourne uniformément autour de l'axe OZ, la droite qui joint l'origine O au centre C étant perpendiculaire au diamètre situé dans le plan XOY.

» Si R est le rayon, D la distance OC, et β l'angle du plan mobile avec le plan XOY, on a les relations

$$\operatorname{tang}\beta = \frac{2\sqrt{A}}{A-1}, \qquad D\cos\beta = R = \frac{pt}{2}\sin\beta.$$

» On voit que R est égal à la projection de la distance D sur le plan de la circonférence.

» Pour la courbe représentative des accélérations on a, de même,

$$\left\{\begin{array}{l} x'' \cos p\theta + y'' \sin p\theta = \frac{p^2 t\sqrt{A}}{A-1}(-1+\cos q\theta), \\ -x'' \sin p\theta + y'' \cos p\theta = -\frac{p^2 t\sqrt{A}}{A-1}\sin q\theta, \\ z'' = \frac{4p^2 tA}{(A+1)^2}\frac{A^2+1}{A^2-1}\sin q\theta. \end{array}\right.$$

» Le lieu du point $x''y''z''$ est analogue à la courbe (3), la projection sur le plan XOY de l'ellipse mobile est une circonférence, l'axe de rotation OZ est perpendiculaire à l'extrémité du petit axe de cette ellipse. »

PHYSIQUE. — *Sur l'équation caractéristique de la vapeur d'eau.* Note de M. **Ch. Antoine.** (Extrait.)

« Sous un volume constant, Hirn renfermait de la vapeur d'eau, saturée sous diverses tensions, il surchauffait cette vapeur et observait les tensions H, en colonnes d'eau à 4°.

» Le but de cette Note est de montrer que le poids ϖ du mètre cube de la vapeur d'eau, à la température t et sous la pression H, est donné par la relation

$$(1) \qquad \varpi = \frac{19,9\,H}{278 - 0,365\,\theta + t},$$

dans laquelle θ représente la température de la vapeur à saturation sous la pression H.

» Soit, comme exemple, H = 103,3 (10^{atm}), on a

$$\theta = 180,3, \qquad \varpi = \frac{2054}{212 + t},$$

$$\text{Pour } t = 198^\circ, \qquad \varpi = 5^{kg},01,$$
$$\text{Pour } t = 223^\circ, \qquad \varpi = 4^{kg},72,$$
$$\text{Pour } t = 248^\circ, \qquad \varpi = 4^{kg},47.$$

» D'après le poids du mètre cube des vapeurs saturées, on trouve que, pour obtenir H = 103,3 aux températures de 198°, 223° et 248°, Hirn a dû commencer à surchauffer la vapeur vers 178°, 175° et 173°.

» Lorsqu'un poids donné de vapeur se détend dans un cylindre, on connaît les densités successives de la vapeur. Les courbes d'indicateur font connaître sa pression, la relation (1) donnera les températures de la vapeur pendant sa détente.

» Posons, pour abréger,

$$M = \frac{\varpi(t + 238)}{H}.$$

» En relevant, dans la première série des expériences de Hirn, les valeurs de H et de ϖ qui, pour les vapeurs saturées, correspondent aux

températures t, on a

t.	M.	t.	M	t.	M.	t.	M.
97,9...	31,3	139,0...	31,3	159,8...	31,4	175,4...	31,4
108,2...	31,3	143,5...	31,3	163,1...	31,3	177,4...	31,4
116,5...	31,5	147,4...	31,3	165,5...	31,4	179,6...	31,4
123,2...	31,3	150,9...	31,3	168,2...	31,4	181,5...	31,4
128,9...	31,4	154,1...	31,3	170,6...	31,4	183,6...	31,5
134,5..	31,4	157,3...	31,3	173,3...	31,3	185,4...	31,5

$$\frac{\varpi(t+438)}{\mathrm{H}} = 31,35.$$

» Désignant par V le volume (en mètres cubes) d'un kilogramme de vapeur, on a

$$\mathrm{V} = \frac{1}{\varpi},$$

d'où

$$(2) \qquad 31,35\,\mathrm{HV} = t + 438.$$

» La chaleur totale X de la vapeur d'eau saturée est

$$(3) \qquad \mathrm{X} = 606,5 + 0,305\,t.$$

» Éliminant t entre les relations (2) et (3)

$$(4) \qquad \mathrm{HV} = 0,105(\mathrm{X} - 473).$$

» En étendant aux vapeurs surchauffées la relation (4), qui a été trouvée pour les vapeurs saturées, on a successivement

$$\begin{aligned}
\mathrm{X} &= 606,5 + 0,305\theta + 0,48(t - \theta),\\
\mathrm{HV} &= 0,105(606,5 - 0,175\theta + 0,48t - 273),\\
\mathrm{HV} &= 0,0503(278 - 0,365\theta + t),\\
\varpi &= \frac{19,9\mathrm{H}}{278 - 0,365\theta + t};
\end{aligned}$$

pour les vapeurs saturées, $t = \theta$,

$$\varpi = \frac{19,9\mathrm{H}}{278 + 0,635\theta} = \frac{31,35\mathrm{H}}{t + 438}.$$

» D'après ce qui se passe pendant l'introduction de la vapeur dans le cylindre, on peut prévoir que la densité de la vapeur dans le surchauffeur de Hirn sera, en général, inférieure à la densité de la vapeur dans la chaudière. »

ÉLECTRICITÉ. — *Remarques au sujet des expériences de M.* Gouy *sur les différences de potentiel au contact.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Dans la séance du 4 janvier 1892 (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 22), M. Gouy a présenté à l'Académie une Note au sujet d'expériences électrocapillaires, d'où il résulterait que la différence de potentiel vraie entre le mercure et un métal serait nulle ou très petite. Ce résultat étant en contradiction directe avec mes propres recherches à ce sujet, on me permettra de présenter quelques objections à la ligitimité des conclusions de ce savant.

» M. Gouy étudie d'abord avec un électromètre à quadrants la différence de potentiel apparente entre le mercure non polarisé et le mercure plus ou moins polarisé qui est placé dans le tube capillaire d'un électromètre de M. Lippmann contenant, comme électrolyte, de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique. Il remplace ensuite le mercure du tube capillaire par un amalgame au $\frac{1}{1000}$ d'un métal et trouve que, pour la même valeur de la constante capillaire de l'amalgame, plus ou moins polarisé, la différence de potentiel apparente est la même quel que soit l'amalgame, et la même qu'avec le mercure pur.

» M. Gouy admet que *ces amalgames au $\frac{1}{1000}$ se comportent dans une pile comme le métal solide lui-même.*

» Ce point résulte de mes propres expériences, dans le cas d'amalgame de zinc ou de cadmium. Mais j'ai toujours pensé qu'il doit en être tout autrement de l'amalgame des métaux qui, comme l'argent et l'or, forment la cathode, dans une pile à un liquide dont l'autre électrode est le mercure, et non l'anode, comme cela a lieu pour le zinc et le cadmium. Il me paraît très probable, et facile à vérifier du reste, que, dans une pile, les amalgames d'or et d'argent se comporteront comme du mercure; il en sera à peu près de même des amalgames de plomb et d'étain s'ils ne sont pas concentrés. En effet, j'ai déjà constaté, dans mes expériences, que, pour que l'amalgame de cuivre se comporte comme du cuivre, il faut une teneur en métal bien plus considérable que pour le zinc ou le cadmium; on n'est pas loin de la limite qui rend l'amalgame trop visqueux pour s'écouler par un tube fin.

» Du reste, M. Gouy trouve lui-même que le phénomène change avec un amalgame plus concentré d'alliage Darcet, ce qui démontre, il me semble, que ses amalgames d'étain, de bismuth et de plomb au $\frac{1}{1060}$ sont loin de se comporter comme les métaux eux-mêmes.

» J'en dirai autant des expériences faites sur les amalgames de cadmium et de zinc, malgré leur richesse en apparence suffisante. Au contact de l'acide sulfurique, le métal allié disparaît, en grande partie, de la couche superficielle capillaire soumise à la polarisation; il se forme du sulfate du métal et de l'hydrogène qui, faute d'une bulle gazeuse préexistante d'un diamètre suffisant, reste dissous, jusqu'à une limite correspondant à des pressions inconnues et dépendant uniquement du diamètre des bulles gazeuses préexistantes, puis devient libre en grossissant brusquement la plus grosse des bulles gazeuses. M. Gouy a constaté, du reste, la formation de l'hydrogène dans ses expériences. La couche liquide, en contact avec l'amalgame, est donc formée de sulfate de zinc; or, si l'amalgame en contact était assez riche en zinc pour se comporter comme le zinc lui-même, il ne pourrait se polariser, d'après la loi de M. Lippmann qui est incontestable, et ne pourrait varier de constante capillaire. Puisque M. Gouy constate une variation dans la constante capillaire par polarisation, c'est que cet amalgame est très loin de se comporter comme du zinc.

» En résumé, dans les conditions où opère M. Gouy, tous ses amalgames, sauf l'amalgame d'alliage Darcet pour lequel sa loi est en défaut, doivent se comporter dans une pile comme du mercure, et non comme le métal allié. On ne peut donc rien conclure, il me semble, de ces expériences, vu la différence de potentiel vraie du métal et du mercure.

» Quant à l'objection que M. Gouy présente à la fin de sa Note, sur les expériences qui m'ont conduit à l'énoncé de la loi qu'*un métal baigné par une dissolution d'un de ses sels est au même potentiel que lui*, je l'ai prévue et réfutée dans le Mémoire où cette loi est exposée (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIX, avril 1890; *Journal de Physique*, 2e série, t. IX, p. 401, septembre 1890; note (1), p. 405); je n'ai donc pas à y revenir. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les oscillations de Hertz.* Note de M. **A. Perot**, présentée par M. A. Potier.

« Dans un récent travail (1), M. V. Bjerknes a montré que les oscillations de force électromotrice produites autour de fils conducteurs par la

(1) Bjerknes, *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. XXVI, p. 227, et *Ann. de Wiedemann*, t. XLIV, p. 74 et 92.

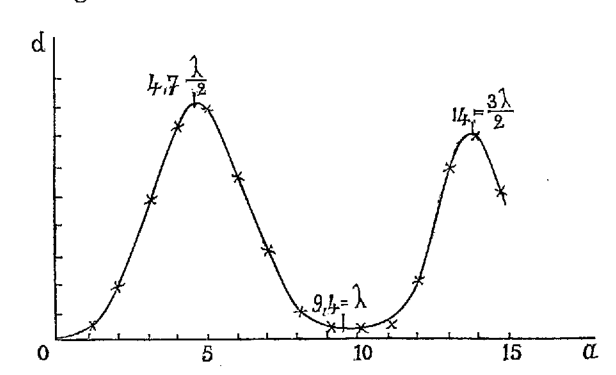
méthode de M. Hertz pouvaient être représentées par l'expression

$$Y = Ae^{-\alpha(t-0)} \sin\pi\left(\frac{t}{\tau} - \varphi\right).$$

» Je me propose d'effectuer de semblables recherches pour un excitateur différent de celui que M. Bjerknes a employé, celui dont s'est servi M. Blondlot ([1]) dans ses récentes recherches, en le modifiant légèrement. Dans l'appareil dont j'ai fait usage, les oscillations se propagent autour des fils d'un circuit *complètement fermé* qui comprend les parties suivantes : la région où prennent naissance les oscillations, c'est un fil de cuivre de 8^m environ de longueur tendu horizontalement; un pont mobile reliant ce fil à un autre tendu parallèlement à 10^{cm} de distance; un fil de fer fin de 80^m environ de longueur, déployé, relie ce second fil de cuivre à la région où se produisent les oscillations. De la sorte, les ondes de force électromotrices contraires issues de l'excitateur et se propageant le long de ce circuit dans les deux sens, interfèrent dans le fil de fer et non dans les fils de cuivre qui constituent la ligne, à cause du rapide amortissement des oscillations d'abord, et de l'affaiblissement avec la distance parcourue ensuite.

» Deux points A et B de la ligne, situés en regard, sont reliés aux deux bornes d'un micromètre à étincelles donnant le demi-millième de millimètre.

» Ceci posé, le pont étant dans une position quelconque, et l'étincelle ne jaillissant pas au micromètre, je rapproche la pointe mobile de celui-ci du plan situé en regard, de manière à obtenir un flux continu d'étincelles :



la distance explosive mesure, dans ces conditions, d'après MM. Warren de

([1]) Blondlot, *Journal de Physique*, t. X, 2e série, p. 549; voir la note, p. 553.

la Rue et Müller, le carré de la différence maxima de potentiel entre les deux points A et B; en faisant varier la position du pont, on constate que cette distance explosive d varie avec la distance a des points A et B comptée suivant les fils de ligne; on peut donc construire point par point la courbe $d=f(a)$.

» La figure représente l'une de ces courbes; avec des excitateurs différents j'ai relevé sept de ces courbes; les maxima et minima de d pour chacune d'elles sont contenus dans le Tableau suivant :

Courbes. Nos	a. 1er maximum.	2e minimum.	2e maximum.	λ.
1..........	470 cm	950 cm		950 cm
2..........	470	960	1440 cm	960
3..........	470	940	1400	940
4..........	580	1140		1150
5..........	640	1320		1300
6..........	960			1920
7..........	1100			2200

» On voit que la courbe représentée a une allure très régulière et présente des maxima décroissants et des minima croissants; les distances de l'origine (1er minimum) au premier maximum et d'un maximum au 2e minimum sont égales.

» Or, si l'on suppose les forces électromotrices Y_1 en B, Y_2 en A données par les équations

$$Y_1 = \varphi(t) = Ce^{-\alpha t}\sin 2\pi\frac{t}{\tau}, \qquad Y_2 = \varphi\left(t+\frac{a}{V}\right),$$

et d proportionnel à la valeur maximum de $(Y_1-Y_2)^2$, il est facile de construire la courbe $d=f(a)$; celle-ci présente des maxima et minima équidistants, dont les valeurs sont respectivement

$$D\left(1+e^{-\frac{2n+1}{2}\alpha\tau}\right), \qquad D(1-e^{n\alpha\tau}),$$

n étant entier. La courbe calculée ne diffère pas sensiblement de la courbe observée, et notamment les valeurs du décrément logarithmique $\alpha\tau$, déduites de la comparaison du minimum et des deux maxima, sont 0,49 et 0,46 ; la formule proposée représente donc bien l'expérience; la force électromotrice est *pendulaire simple amortie*, et ne correspond pas à un son complexe.

» L'amortissement, d'ailleurs, est très rapide; pendant la quatrième période, la force électromotrice n'est que le dixième de ce qu'elle est au début.

» Avec cet appareil, est-il possible d'exciter un résonateur et de mesurer sa longueur d'onde? L'expérience, affirmative de tous points, n'est pas inutile à rapporter, les conditions étant différentes de celles où M. Blondlot a opéré, les ondes parcourant les deux fils de ligne en sens inverse, agissant sur le résonateur à des époques très différentes et d'une manière très inégale, à cause de la présence du fil de 80^m, sorte de boucle latérale très grande. J'ai pu, avec des excitateurs donnant des longueurs d'onde de 22^m et de 13^m, exciter un résonateur et mesurer sa longueur d'onde; les nombres trouvés, $8^m,60$ et $8^m,30$, sont identiques à 0,035 près. J'ai même, dans le cours d'autres recherches, pu exciter un résonateur pour lequel $\lambda = 1^m,90$, avec un excitateur ayant 30^m de longueur d'onde environ.

» Dans ces expériences, il est impossible, je crois, d'expliquer le phénomène dit de *résonance multiple* autrement que comme M. Poincaré le conçoit et l'admettent MM. Bjerknes et Blondlot (1). »

OPTIQUE. — *Sur l'aplanétisme*. Note de M. **A. Broca**, présentée par M. Cornu.

« Quand on se donne un système centré de révolution et un rayon incident issu d'un point de son axe, le conjugué de celui-ci, par rapport au système total, coupe l'axe en un point qui dépend de deux éléments: 1° le point où le rayon incident coupe l'axe; 2° le point où il perce la première surface.

» Ce dernier point peut être défini par une ouverture angulaire ω_1, comptée autour d'un point fixe C_1, à partir de l'axe.

» Pour des valeurs assez petites de ω_1, on pourra développer la distance de l'image à un point fixe suivant les puissances croissantes de ω_1.

» Si les deux premiers termes qui contiennent ω_1 sont $A\omega_1^n + B\omega_1^{n+r}$, il est aisé de démontrer que, l'aberration étant en général de l'ordre ω_1^n, il y a un nombre limité de points réels ou imaginaires situés sur l'axe du sys-

(1) Poincaré, *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. XXV, p. 609. — Bjerknes et Blondlot, *loc. cit.*

tème, et tels que l'aberration y soit de l'ordre de ω_1^{n+r}. En ces points, l'aberration change de signe.

» Pour les systèmes sphériques, on voit [1] que $n = r = 2$, donc qu'il y a des points réels ou imaginaires où l'aberration est de l'ordre ω^4.

» La connaissance de ces points est très importante. Si, en effet, le point utile d'un instrument coïncide avec un de ces points, on aura un résultat satisfaisant. Si l'on ne peut y arriver, on peut composer le système total de deux systèmes partiels compensant en partie leurs aberrations.

---

[1] En effet, dans ce cas-là, les points C seront les centres. Soient ρ_q la distance de la $q^{\text{ième}}$ image à C_q; V_q la vitesse de la lumière dans le $q^{\text{ième}}$ milieu, et y_q le rayon dirigé du $q^{\text{ième}}$ dioptre. L'équation de conjugaison entre les éléments du $q^{\text{ième}}$ dioptre et ceux du $(q-1)^{\text{ième}}$ est

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{l} \rho_q^2[(V_q^2 - V_{q-1}^2)(-a_{q-1}+\rho_{q-1}) + 2V_{q-1}^2(-a_{q-1}+\rho_{q-1}(\gamma_q\cos\omega_q - V_{q-1}^2\gamma_q^2] \\ \qquad -2V_q^2(-a_{q-1}+\rho_{q-1})^2\rho_q\gamma\cos\omega_q + V_p^2(-a_{q-1}+\rho_{q-1})^2\gamma_q^2 = 0. \end{array}\right.$$

Pour achever de connaître les éléments de la question, il faut établir la formule qui relie deux ω consécutifs.

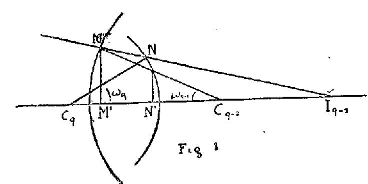


Fig. 1

Nous avons sur la figure $C_{q-1}I_{q-1} = \rho_{q-1}$, $C_{q-1}C_q = a_q$ et

$$\frac{MM'}{NN'} = \frac{I_{q-1}M'}{I_{q-1}N'},$$

ou

$$\frac{\gamma_{q-1}\sin\omega_{q-1}}{\gamma_q\sin\omega_q} = \frac{-\rho_{q-1}+\gamma_{q-1}\cos\omega_{q-1}}{-\rho_{q-1}+a_{q-1}+\gamma_q\cos\omega_q},$$

qui montre que ω_q est une fonction impaire de ω_{q-1}. Or (1) est une fonction paire de ω_q. Donc $(\rho_p)_\omega$ sera une fonction paire de ω_1, donc développable par la formule de Maclaurin en y considérant ω_1^2 comme la variable, et le deuxième terme sera en ω_1^4.

L'équation d'aplanétisme au quatrième ordre près sera définie par p équations de la forme

$$\left(\frac{d\rho_q}{d\omega_1^2}\right)_0 = \left(\frac{\partial\rho_q}{\partial\omega_q^2}\frac{d\omega_q^2}{d\omega_1^2} + \frac{\partial\rho_q}{\partial\rho_{q-1}}\frac{d\rho_{q-1}}{d\omega_1^2}\right)_0,$$

le premier membre de la première étant nul. On peut aussi calculer l'aberration en un point quelconque d'un système quelconque, par le même système où le premier membre de la première équation donne cette valeur au lieu d'être nul comme précédemment.

» En répétant cette opération assez souvent, l'analyse démontre qu'on

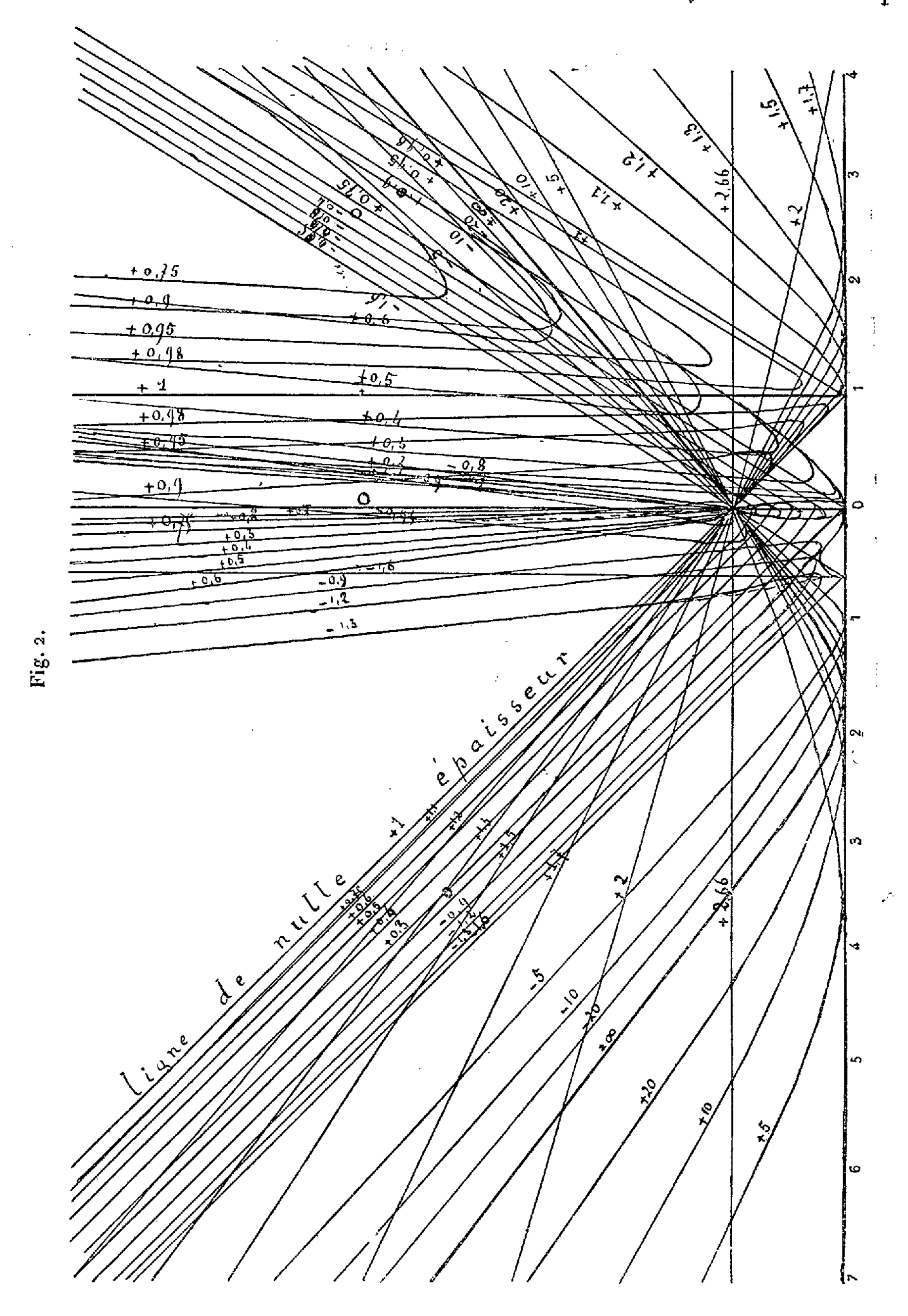


Fig. 2.

peut arriver à rendre les aberrations tant sphériques que chromatiques

aussi petites qu'on veut. Mais la solution analytique du problème est impossible, et la complication des instruments est un écueil.

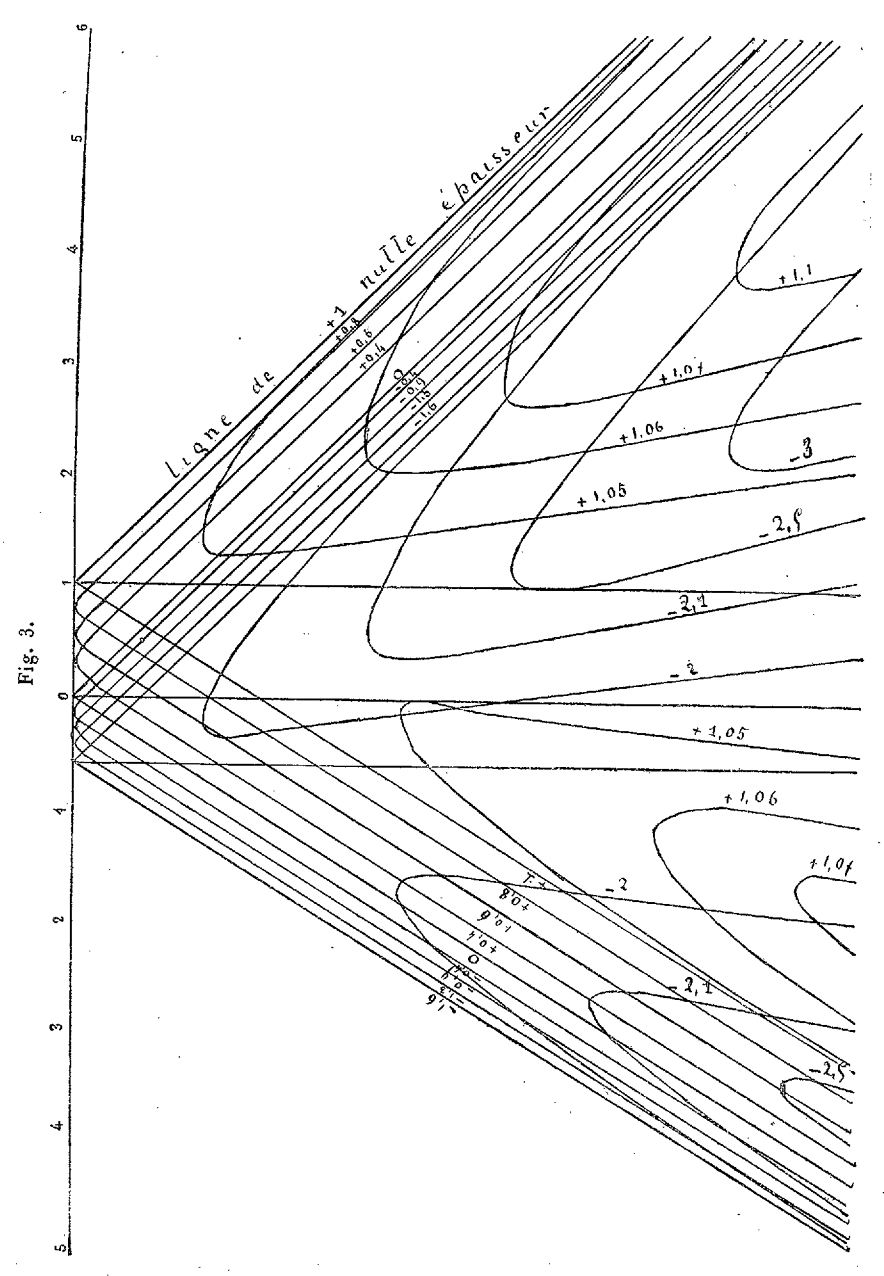


Fig. 3.

» Le but de ce travail est d'essayer de simplifier les instruments, en in-

diquant le moyen de construire des lentilles à points aplanétiques déterminés. Nous étudierons la lentille crown-flint, afin de pouvoir réaliser l'achromatisme.

» L'équation d'aplanétisme, dans ce cas, contient des termes en n_1 et n_2 (n_1 et n_2 sont les indices de réfraction) tels, que, lorsqu'on y fait $n_2 = n_1$, on retombe sur l'équation obtenue en considérant la lentille comme homogène. Nous avons donc la valeur principale des inconnues en faisant cette hypothèse, et le moyen de continuer le calcul par approximation successives.

» Discutons donc le cas de la lentille homogène. Soient γ_1, γ_2 ses rayons de courbure, α la distance des centres, comptée positivement du côté d'où vient la lumière, ρ_0, ρ_1, ρ_2 les distances d'un point et de ses conjugués successifs aux centres des sphères correspondantes.

» Posons

$$y = \frac{\gamma_2}{\gamma_1}, \qquad x = \frac{\alpha}{\gamma_1}, \qquad \alpha = \frac{\rho_0}{\gamma_1}, \qquad \alpha_1 = \frac{\rho_1}{\gamma_1}, \qquad \alpha_2 = \frac{\rho_2}{\gamma_2},$$

l'aplanétisme exige l'ensemble des deux relations

$$(1) \quad y = \frac{\alpha^2(n+\alpha)(1-\alpha)[n-(n-1)\alpha_2]^4}{[n-(n-1)\alpha]^4\alpha_2^2(n+\alpha^2)(1-\alpha_2)}, \qquad x = \frac{\alpha}{n-(n-1)\alpha} - y\frac{\alpha_2}{n-(n-1)\alpha_2},$$

relation entre x, y et α mise sous forme unicursale en fonction du paramètre α_2.

» La représentation de la surface (1) par les courbes α = const. donnera un abaque, au moyen duquel on pourra résoudre les deux questions suivantes : 1° trouver les données d'une lentille ayant un point aplanétique déterminé; 2° trouver les points aplanétiques d'une lentille donnée [1].

» L'examen de l'abaque montre que les lentilles convergentes minces ont deux points aplanétiques très voisins de leurs surfaces, se comportant pratiquement comme un point double. L'aberration ne change pas de signe à l'infini : donc, en général, les aberrations d'un système de deux lentilles convergentes minces s'ajoutent. Mais, pour les lentilles pour lesquelles y (rapport des rayons de courbure) est compris entre 1,9 et $\frac{1}{1,9}$, il y a deux autres points aplanétiques. L'un d'eux est situé à une distance

---

[1] L'épaisseur d'une lentille est l'ordonnée comprise entre son point représentatif et la ligne $-1 + x + y = 0$.

telle que $\alpha = -n$ pour les lentilles des droites $x = -\frac{1}{n}$, $y = nx + 1$, $n(y + x) + 1 = 0$. Il est remarquable en ce que l'aplanétisme y est réalisé non seulement au quatrième ordre près, mais absolument.

» Les lentilles divergentes minces n'ont de points aplanétiques que pour y compris entre 1,9 et $\frac{1}{1,9}$. Dans ce cas, elles en ont deux, dont un est absolu pour les lentilles situées sur les droites précédentes.

» On peut, en prenant des épaisseurs assez grandes par rapport au premier rayon de courbure, construire des lentilles ayant des points aplanétiques en des points quelconques de leur axe.

» Enfin l'abaque, donnant le lieu des points pour lesquels le foyer est aplanétique, donnera aussi le signe de l'aberration focale d'une lentille, suivant celle des régions déterminées par la courbe d'aplanétisme focal, la ligne de nulle épaisseur et l'axe des x, où se trouvera la lentille. On connaîtra donc le signe de l'aberration en un point quelconque de son axe.

» Nous tirerons de cette étude des conclusions pratiques, quand nous aurons étudié l'achromatisme des lentilles épaisses. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du molybdène* (1). Note de M. E. **Péchard**, présentée par M. Troost.

« Le dosage du molybdène dans les molybdates s'effectue généralement par la précipitation de ce corps à l'état de sulfure; mais le procédé donne des résultats incertains, par suite de la difficulté que présente la pesée de ce sulfure. La séparation et le dosage de l'acide molybdique s'opèrent au contraire sans difficulté en employant le procédé suivant :

» Si l'on fait passer à froid un courant de gaz acide chlorhydrique sur un molybdate alcalin, le sel jaunit; si l'on élève la température, on voit se déposer, sur le tube dans lequel on opère, de longues aiguilles blanches, déjà obtenues par H. Debray (2) en faisant passer de l'acide chlorhydrique sur de l'acide molybdique chauffé à 200°. En opérant sur un molybdate alcalin chauffé à 440°, la séparation de l'acide et de la base est complète, et cette base reste tout entière à l'état de chlorure dans la nacelle qui contenait le sel à analyser. Les aiguilles blanches, obtenues dans cette opération, et dont la composition a été établie par H. Debray, ont pour formule $MoO^3, 2HCl$. Elles sont très solubles dans l'eau, et leur dissolution, soumise à l'évaporation à 100°, se

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(2) *Comptes rendus*, t. XLVI.

détruit en dégageant de l'acide chlorhydrique, et laisse un résidu blanc d'acide molybdique que l'on peut peser dans le vase même où l'évaporation a été faite.

» En opérant comme il vient d'être dit, on voit toujours se déposer sur le tube un léger enduit bleuâtre, volatil, qui est insoluble dans l'eau. Ce composé provient d'une réduction partielle de l'acide molybdique et se dissout aisément quand on ajoute de l'acide nitrique à l'eau qui sert à laver le tube.

» Cette méthode, plus facile à employer que les autres procédés de dosage du molybdène, conduit à d'excellents résultats. Voici, en effet, les nombres que j'ai trouvés en l'appliquant à l'analyse du molybdate neutre et d'un molybdate acide de soude, et à l'analyse d'un molybdate acide de baryte.

» I. *Analyse du molybdate neutre de soude* $Na^2O.MoO^3 + 2H^2O$.

» 1° 1gr,5205 du sel desséché m'a donné 1gr,063 MoO^3 et 0gr,863 de NaCl. La somme des poids de l'acide et de la base est trouvée égale à 1gr,5203.

» Le rapport $\frac{MoO^3}{Na^2O} = 2,32$; calculé, 2,31.

» 2° 1gr,0265 du sel sec a donné 0gr,7182 MoO^3 et 0gr,5826 de NaCl. La somme des poids de l'acide et de la base est trouvée égale à 1gr,0264.

» Le rapport $\frac{MoO^3}{Na^2O} = 2,32$; calculé, 2,31.

» 3° 1gr,263 du sel sec a donné 0gr,883 MoO^3 et 0gr,717 NaCl. La somme $MoO^3 + Na^2O$ est trouvée égale à 1gr,2638.

» Le rapport $\frac{MoO^3}{Na^2O} = 2,31$; calculé, 2,31.

» II. *Analyse du molybdate acide de soude* $3Na^2O.7MoO^3 + 22H^2O$.

» 1° 1gr,3262 du sel sec a donné 1gr.1203 de MoO^3 et 0gr,389 de NaCl. La somme des poids d'acide et de la base est trouvée égale à 1gr,3272.

» Le rapport $\frac{MoO^3}{Na^2O} = 5,41$; calculé, 5,41.

» 2° 2gr,0653 de sel sec m'ont donné 1gr,745 MoO^3 et 0gr,6061 de NaCl.

» La somme des poids de MoO^3 et Na^2O est trouvée égale à 2gr,0661.

» Le rapport $\frac{MoO^3}{Na^2O} = 5,43$; calculé, 5,41.

» III. *Analyse du molybdate acide de baryte* $3BaO.7MoO^3 + 9H^2O$.

» 1gr,2684 de ce sel sec m'a donné 0gr,871 de MoO^3 et 0gr,3965 de BaCl.

» La somme des poids d'acide et de base est égale à 1gr,2675.

» Le rapport $\frac{MoO^3}{BaO} = 2,2$; calculé, 2,19.

» Cette méthode d'analyse ne peut s'appliquer aux molybdates ammoniacaux, mais leur analyse est très simple : j'ai constaté, en effet, qu'il

suffit de chauffer à 440° du molybdate d'ammoniaque pour en chasser tout l'alcali.

» Des poids de molybdate d'ammoniaque égaux à $2^{gr},4217$ et $1^{gr},5251$ m'ont donné respectivement $1^{gr},9003$ et $1^{gr},1962$ d'acide molybdique exempt d'ammoniaque. Ces deux nombres correspondent à la même proportion 78,4 pour 100 du poids du sel employé.

» Dans les analyses dont je viens de donner les résultats, j'ai toujours eu soin d'attaquer le molybdate par l'acide chlorhydrique à la température fixe de 440° pour éviter la volatilisation du chlorure alcalin. La chlorhydrine molybdique $MoO^3.2HCl$ ne nécessite pas pour sa formation une température aussi élevée; elle se produit à froid et j'ai pu le constater en épuisant par l'éther un molybdate alcalin sur lequel j'avais fait passer à froid de l'acide chlorhydrique. La solution éthérée laisse déposer, par l'évaporation, des cristaux blancs, identiques à ceux que l'on obtient en faisant évaporer une dissolution de la chlorhydrine molybdique dans l'éther.

» Ces cristaux, formés par une combinaison de la chlorhydrine molybdique et de l'éther, peuvent encore s'obtenir très facilement en épuisant par l'éther un mélange d'acide chlorhydrique concentré et d'une dissolution d'un molybdate alcalin. Le liquide éthéré laisse déposer par évaporation de beaux cristaux incolores de la combinaison dont je viens de parler.

» On voit donc, en résumé, que grâce à la production du composé volatil ayant pour formule $MoO^3.2HCl$, il est facile de faire une analyse précise des molybdates.

» Les tungstates ne présentant pas cette propriété, la même méthode d'analyse s'applique à la séparation des acides molybdique et tungstique dans le mélange de leurs sels. En faisant passer, en effet, à 440° de l'acide chlorhydrique sur un mélange de tungstate neutre et de molybdate neutre de soude contenant $0^{gr},4664$ d'acide molybdique, cet acide a été volatilisé, et son poids a été trouvé égal à $0^{gr},4659$. »

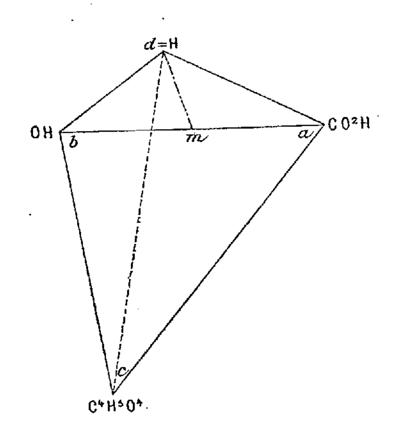
CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la stéréochimie de l'acide diacétyltartrique.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. H. Moissan.

« M. Pasteur a établi les principes de la dissymétrie moléculaire et montré, dans ses mémorables recherches sur les acides tartriques, que le pouvoir rotatoire est intimement lié à la forme cristalline et au groupement

des atomes, ce groupement pouvant se concevoir de plusieurs façons. Au lieu d'envisager les atomes eux-mêmes, MM. Le Bel et Van t'Hoff supposent, dans tout corps actif : 1° l'existence de quatre radicaux monovalents distincts, liés à un atome de carbone dit *asymétrique;* 2° ils assimilent ces radicaux à des points matériels différents *a, b, c, d*; 3° ils admettent que ces points forment les sommets d'un tétraèdre régulier, et 4° que le carbone asymétrique occupe le centre du tétraèdre. Grâce à la dissemblance des sommets, un de ces tétraèdres a toujours un symétrique, qui est son image dans une glace.

» Ce mode de représentation, base de la notation stéréochimique, ne répond qu'en apparence au principe fondamental de M. Pasteur, attendu que la position respective des groupes monovalents ne fixe pas le sens du pouvoir rotatoire. Je donnerai comme exemple le fait suivant : si dans un tétraèdre *a, b, c, d,* représentant l'acide tartrique droit, on remplace, en *b*, H par le radical acétyle C^2H^3O, le composé obtenu dérivant de l'acide droit devrait rester droit; or il dévie à gauche.

» M. Guye a tenté de lever cette difficulté en faisant intervenir les masses placées en *a, b, c, d*; il suppose que celles-ci agissent par leur pesanteur, et il détermine la résultante de ces forces parallèles. La base *abd* étant horizontale, le plan passant par l'arête *cd* et par le milieu *m* de *ab* sera vertical et contiendra la résultante des masses $d = H$ et $c = C^4H^5O^4$,



de sorte qu'en composant les poids $b = OH$ et $a = CO^2H$, leur résultante passera à droite du plan *cdm*, puisque $OH = 17$ est inférieur à $CO^2H = 45$, et, par conséquent, aussi la résultante des quatre masses *a, b, c, d*. Admettons alors, avec M. Guye, que le schéma précédent représente l'acide tartrique

droit. Si nous remplaçons la masse $b = OH = 17$ par la masse

$$C^2H^3O^2 = 59 > CO^2H,$$

la résultante passera à gauche du plan *cdm*, et, comme conséquence, le nouveau composé sera lévogyre.

» Pour expliquer le pouvoir rotatoire du diacétyltartrate de méthyle, dont les groupes de gauche et de droite sont égaux, M. Guye ajoute une nouvelle hypothèse aux précédentes : il admet que les groupements

$$O.CO.CH^3 \quad \text{et} \quad CO.O.CH^3$$

ne sont plus des points, mais qu'ils ont des formes plus ou moins allongées.

» Cherchons, par des expériences, où peuvent conduire ces hypothèses dans le cas de l'acide diacétyltartrique.

» *Acide diacétyltartrique* $C^8H^{10}O^8, 3H^2O$. — Ce corps lévogyre est l'éther acétique de l'acide tartrique droit. Il a été décrit jusqu'ici comme un corps incristallisable répondant à la formule $C^8H^{10}O^8$. Je l'ai obtenu sous forme d'acide cristallin, fusible à 58°, déliquescent. A cet état, il renferme 3 molécules d'eau de cristallisation ([1]) et répond à la formule $C^8H^{10}O^8, 3H^2O$. Il est très soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; il l'est moins dans la benzine; dans ces quatre dissolvants, il dévie à gauche le plan de polarisation. Neutralisé par les bases, il donne des sels qui sont lévogyres en solution aqueuse et qui sont identiques aux composés décrits par M. Perkin et par M. Pictet.

» Deux moyens permettent d'obtenir l'acide cristallisé : 1° laisser tomber l'anhydride diacétyltartrique en déliquescence, reprendre par l'éther sec et soumettre l'éther à une évaporation lente dans l'air sec. On

---

([1]) *Analyses* : 3gr,401 d'acide cristallisé sont neutralisés par 23cc,7 de potasse à 1 molécule par litre, ce qui donne, pour poids moléculaire, 287,3; la théorie pour $C^8H^{10}O^8, 3H^2O$ exige 288; un deuxième titrage sur 3gr,542 a donné 288. D'autre part, 2gr,117 de diacétyltartrate mercurique séché à 100° laissent déposer 1gr,14 de HgS : le poids moléculaire résultant de cette analyse est 233; celui de l'acide déshydraté est 234. La différence $288 - 234 = 54$ correspond donc exactement à $3H^2O$.

D'autre part, la saponification par l'eau, à 140°, de 3gr,542 d'acide cristallisé et préalablement neutralisé par la potasse donne 2gr,263 de bitartrate de potasse : les eaux-mères de ce dernier sel titrent 13cc,6 de potasse normale, ce qui montre que cet acide est bien l'éther diacétique de l'acide tartrique.

obtient ainsi des tables rhomboïdales voisines du carré. 2° On peut encore traiter l'anhydride acétyltartrique par de l'éther saturé d'eau, et évaporer lentement l'éther. Souvent le liquide reste en sursaturation et un germe est nécessaire pour déterminer la cristallisation; dans ce cas, les cristaux retiennent un peu d'éther.

» On peut se demander si le changement de l'acide tartrique droit en un composé lévogyre est imputable à la chaleur dégagée par les réactions chimiques qui donnent naissance à l'acide acétyltartrique, chaleur chimique qui produirait sur l'acide tartrique le même effet qu'une température élevée. Dans cette hypothèse, l'acide tartrique régénéré à froid devra être lévogyre. Or, ayant laissé pendant quatre ans, à la température du laboratoire, un ballon mal bouché renfermant de l'anhydride acétyltartrique, j'ai constaté que le produit, saponifié par l'humidité de l'air, avait régénéré l'acide tartrique droit primitif avec son pouvoir rotatoire inaltéré. Ce pouvoir de l'acide tartrique n'est donc *inversé* que d'une façon passagère, et cette *inversion* est due à l'action d'un corps sans action sur la lumière polarisée, l'acide acétique. D'après cette expérience, il semble logique de conclure qu'un corps inactif, tel que l'eau, peut aussi agir sur le pouvoir rotatoire, ce que la formule tétraédrique est dans l'impuissance de faire prévoir, puisque la tétratomicité du carbone, fondement de cette notation, exclut les combinaisons moléculaires telles que l'hydrate d'acide cristallisé, que nous venons de décrire.

» Il y a plus : la formule tétraédrique montre que les diacétyltartrates qui sont lévogyres devraient être dextrogyres, car dans le sel de potasse, par exemple, le groupement $CO^2K = 83$ au sommet *a* est supérieur au radical acétyl 59 du sommet *b*. Une exception plus frappante encore vient de l'anhydride diacétyltartrique. Ce corps résulte de l'acide correspondant par perte d'une molécule d'eau ; car il a pour poids moléculaire 216, ainsi que je m'en suis assuré par la méthode Raoult (j'ai trouvé 213 dans la benzine, 219 dans l'acide acétique). Or, cette perte d'eau se faisant en partie aux dépens du radical CO^2H de l'acide diacétyltartrique, il en résulte un allégement du sommet *a*; par conséquent, d'après M. Guye, le pouvoir lévogyre devrait croître quand on passe de l'acide à l'anhydride. Loin de là, l'anhydride est dextrogyre.

» La notation chimique basée sur les propriétés du tétraèdre régulier est donc insuffisante pour représenter les corps actifs, elle peut conduire à des prévisions inexactes. »

ANALYSE. — *Sur quelques matières colorantes solubles, produites par des bactériacées dans les eaux distillées médicinales.* Note de M. L. Viron, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans un précédent travail sur le rôle des Schizophytes dans les réactions colorées qui se passent dans les eaux distillées ([1]), nous avons montré que tantôt la coloration était due à des masses zoogléiques en suspension dans le liquide, ainsi que l'a signalé M. Barnouvin, et que tantôt la matière colorante était réellement en dissolution, puisque le liquide traversait le filtre Chamberland sans diminution de l'intensité colorante.

» Nous avons pu isoler quelques-uns de ces pigments en dissolution; nous sommes arrivé à les caractériser chimiquement et nous avons réussi à cultiver les micro-organismes générateurs de ces principes colorants.

» Nos premières recherches ont porté sur une eau de fleurs d'orange possédant une teinte vert très foncé; elle laissait à l'évaporation 70^{mgr} de résidu fixe pour 100, résidu formé de 69^{mgr} de matière organique et de 1^{mgr} de substances minérales. La matière organique se présentait sous forme de masses verdâtres, insolubles dans l'éther, le chloroforme, la benzine, solubles entièrement dans l'eau ammoniacale, ou un liquide éthéro-alcoolique ammoniacal ([2]); solubles en partie seulement dans l'alcool méthylique; mais aucun de ces traitements n'a pu donner la matière pigmentaire à l'état cristallisé.

» Au microscope, elle se présente sous forme de granulations verdâtres, de bâtonnets plus ou moins allongés et de lamelles jaunâtres. De ce pigment, nous avons pu isoler par les dissolvants, et caractériser par les réactifs chimiques, trois matières colorantes distinctes. L'une de ces matières a été isolée par l'alcool méthylique; elle est soluble dans l'eau, à laquelle elle communique une légère teinte violacée qui brunit très rapidement à l'air. Elle est sans action sur notre réactif sulfocarbazotique ([3]); mais, par les acides azotique et chlorhydrique, elle prend une teinte rouge, comme le principe particulier signalé par Ader dans l'eau de fleurs d'orange ([4]).

([1]) *Journal de Pharmacie et de Chimie;* 1891.

([2]) Liqueur galactimétrique d'Adam.

([3]) Ce réactif est obtenu en dissolvant 15^{cgr} de carbazol dans 100^{gr} d'acide sulfurique pur.

([4]) Le principe signalé par Ader est volatil; le pigment est fixe.

» La deuxième matière colorante se dissout dans l'alcool concentré en le colorant en jaune; elle n'est pas influencée par les acides azotique et chlorhydrique, mais sous l'action du réactif sulfocarbazotique, il se forme une coloration bleu violacé, puis un précipité bleu indigo.

» Le troisième pigment que nous avons pu isoler est insoluble dans les alcools éthylique et méthylique; il est soluble dans l'eau, à laquelle il communique une belle teinte verte. Il n'est pas influencé par les acides ni par le réactif sulfocarbazotique. Nous avons cherché quelle était l'origine de ces pigments; étaient-ils dus à une transformation des principes préexistants dans l'eau naturelle, étaient-ils une sécrétion d'organismes vivants? Cette dernière hypothèse fut seule vérifiée, les eaux distillées, stérilisées par le procédé de Tyndall, n'ayant subi aucune altération, tandis que les témoins s'étaient colorés plus ou moins fortement.

» Des cultures de ces eaux sur plaques d'après le procédé de Koch dans des milieux nutritifs variés nous ont permis d'isoler quelques colonies chromogènes.

» Ces colonies développent la matière colorante dans certains milieux solides; dans quelques milieux liquides, elles prolifèrent aussi activement, mais sans produire de substances chromogènes.

» Un mélange d'eau distillée de laitue très ancienne et d'eau de fleur d'orange préalablement stérilisée constitue un milieu dans lequel plusieurs colonies ont sécrété du pigment.

» L'une des colonies qui a pu être cultivée donne un pigment brunâtre qui, par les acides chlorhydrique et azotique, prend une teinte jaune rougeâtre comme le pigment retiré d'une eau de fleur d'orange verte. Nous sommes conduit à la considérer comme une variété du *Micrococcus cyaneus* de Schröter.

» La deuxième colonie, que nous proposons de désigner sous le nom de *Bacillus aurantii*, se présente sous forme de cellules allongées, groupées deux par deux : ce sont donc des diplocoques. Nous avons pu la cultiver dans le liquide signalé plus haut, additionné d'une petite quantité d'asparagine.

» Elle peut se développer également dans certaines eaux distillées altérées ([1]); on peut retirer de ces liquides une matière jaune très soluble dans l'eau; la solubilité a été constatée par le filtre Chamberland.

([1]) Des traces de sels métalliques (acétate de plomb) que quelques eaux renferment quelquefois empêchent la fonction chromogène.

» Le pigment est précipité de sa dissolution par l'alumine gélatineuse et différents réactifs; il est soluble dans l'alcool éthylique, insoluble dans l'alcool méthylique, peu altéré par les rayons lumineux. Pour rappeler son origine, nous proposons de le désigner sous le nom d'*aurantio-lutéine*.

» La troisième colonie renferme des petits bâtonnets qui communiquent à la gélatine une teinte jaune par transparence et verte par réflexion. La teinte verte est surtout manifeste à la surface. Le pigment se dissout dans l'eau en lui communiquant une teinte verte très intense; il est assez rapidement altéré par les rayons lumineux; il perd alors sa solubilité; il se dépose sous forme de masse noirâtre et l'eau redevient incolore. Nous proposons de désigner ce pigment sous le nom d'*aurantio-chlorine*.

» Enfin une dernière colonie a pu être isolée et étudiée; on la rencontre dans les eaux profondément altérées; elle liquéfie la gélatine en lui communiquant une teinte fluorescente jaune verdâtre : elle se rapproche du *Bacillus fluorescens liquefaciens*.

» Les liquides renfermant ces différents pigments sont inoffensifs si on les injecte à des animaux après stérilisation; seul le liquide dans lequel s'est développé le dernier bacille signalé plus haut est très actif, car, injecté à des cobayes, il détermine une réaction inflammatoire très intense et, ordinairement, l'animal meurt au bout de quelques jours.

» Ce bacille donne donc naissance à un principe phlogogène se rapprochant de la sécrétion de certains microbes pathogènes signalés par M. Arloing.

» Ces petits organismes s'épuisent vite : après deux ou trois ensemencements dans des milieux peu nutritifs, les propriétés chromogènes disparaissent pour reparaître plus tard quand on les aura fait développer dans des bouillons plus chargés.

» D'autrefois le principe chromogène semble ne pas exister, puis subitement, pour ainsi dire, le liquide prend une teinte très prononcée si on vient à l'agiter au contact de l'air ou à modifier légèrement sa réaction. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'existence de phénomènes de nitrification, dans des milieux riches en substances organiques et à réaction acide.* Note de M. **E. Chuard**, présentée par M. Pasteur.

« A la partie supérieure des tourbières, sur la couche de tourbe proprement dite, se trouve toujours une couche plus ou moins épaisse d'une

substance meuble, légère, de couleur brune ou noirâtre, imbibée d'eau, dont elle retient une très forte proportion. C'est ce qu'on appelle la terre ou le *terreau de tourbe*.

» Préoccupé de l'utilisation agricole de ce produit, jusqu'ici presque sans emploi, j'en examinai quelques échantillons de diverses provenances. Ces échantillons renfermaient une proportion d'azote variant de 1,25 à 1,66 pour 100, avec une teneur totale, en substances organiques, de 33 à 50 pour 100, en substances minérales, de 20 à 30 pour 100, le reste étant constitué par de l'eau.

» En recherchant l'état de combinaison auquel se trouve l'azote dans les divers échantillons examinés, on observa le fait suivant. Tandis que le terreau de tourbe fraîchement sorti de son gisement ne renferme que de l'azote organique et ammoniacal, comme on pouvait s'y attendre, le terreau sorti depuis un certain temps de la tourbière, et exposé à l'air, renferme de l'azote nitrique en proportion d'autant plus forte que son séjour hors de la tourbière a été plus prolongé. Voici quelques dosages, effectués d'après la méthode de M. Schlœsing, qui en donnent la preuve :

	N^2O^5 pour 100.
Terreau au sortir de la tourbière	0,000
Même terreau trois mois après	0,020
Même terreau environ six mois après	0,062
Autre terreau sorti depuis un an environ	0,298
Autre terreau, plus ancien, conservé sous hangar	0,302

» Il y a donc eu nitrification, et même nitrification assez active, dans un milieu qui paraît essentiellement impropre à ce phénomène, si l'on s'en tient aux conditions généralement considérées comme favorables à la nitrification. On admet, en effet, qu'une réaction neutre ou faiblement alcaline du milieu nitrifiant et la présence en quantité suffisante d'une base salifiable, libre ou carbonatée, sont de nature à favoriser la nitrification. On considère en outre, généralement, la présence d'un excès de matières organiques comme étant de nature à entraver plutôt qu'à faciliter le phénomène. Les recherches de M. Winogradsky ont même prouvé [1] que la nitro-bactérie isolée et cultivée par ce savant se développe de préférence dans un milieu exclusivement minéral, en présence de carbonates, auxquels elle emprunterait le carbone nécessaire à la formation de sa substance organique.

» Or, dans le terreau de tourbe, nous avons, au contraire, une réaction

---

[1] *Annales de l'Institut Pasteur*, t. IV et V (*Comptes rendus*; 1890 et 1891.

nettement acide du milieu, l'absence presque totale de carbonates et la présence abondante de matières organiques. La faible proportion de chaux qu'on y rencontre (8,32 pour 100 du poids des cendres, d'après notre analyse) est presque en entier à l'état de combinaison avec les acides organiques de l'humus (humates, ulmates), et non à l'état de carbonate. Bien plus, l'addition de carbonates alcalins ou alcalino-terreux, loin d'activer la nitrification, paraît, au contraire, provoquer un départ des nitrates, comme le montre l'essai suivant.

» Trois échantillons du même terreau de tourbe, de 1000 parties chacun, ont été séparés : l'un a reçu 100 parties de carbonate de chaux en suspension dans 100^{cc} d'eau distillée; le deuxième, 20 parties de carbonate de potasse dissous dans 100^{cc} d'eau; le troisième, enfin, n'a reçu que de l'eau, dans la proportion ci-dessus, pour être dans les mêmes conditions d'humidité. Trois mois après, les échantillons conservés à l'air, à l'abr de la pluie, ont fourni les dosages suivants d'anhydride azotique :

	N^2O^5 pour 100.
Dosage initial des trois échantillons	0,298
Après trois mois, échantillon témoin	0,324
» » avec $CuCO^3$	0,228
» avec K^2CO^3	00,81

» Un autre essai de nitrification en présence du sulfate de chaux n'a pas donné de meilleurs résultats. Deux échantillons du même terreau de tourbe, l'un additionné de 10 pour 100 de sulfate de chaux, l'autre sans addition, ont donné, au bout de trois mois :

	N^2O^5 pour 100.
Terreau avec sulfate de chaux	0,012
Terreau sans addition	0,062

» On a essayé, naturellement, de répéter avec ce produit les essais de culture de M. Winogradsky, en liquides inorganiques. M. Paccaud, ingénieur-chimiste, ancien élève au laboratoire de Bactériologie de M. Duclaux, a bien voulu se charger de ce travail. On a bien obtenu, dans les liquides de culture, au bout de dix à quinze jours, la réaction de l'acide azotique avec la diphénylamine; mais les ensemencements successifs n'ont pas réussi à provoquer, dans ces liquides, l'active nitrification que M. Winogradsky obtient avec l'organisme nitrifiant du sol arable.

» Il paraît donc probable que l'on se trouve ici en présence d'un cas particulier du phénomène de nitrification, dans lequel la matière organique joue un rôle actif. La cause du phénomène est-elle dans la présence d'or-

ganismes différents de ceux qui existent dans le sol arable, ou bien le processus de cette nitrification est-il d'un ordre différent? Ce sont des questions auxquelles on ne peut répondre en ce moment; de nouvelles séries d'expériences sont actuellement en cours; nous en attendrons les résultats avant de hasarder une interprétation des faits observés jusqu'ici.

» Quoi qu'il en soit, l'existence d'une nitrification relativement active dans la terre de tourbe n'est pas sans importance agricole, et permet d'espérer de bons résultats de l'emploi comme engrais de ce produit jusqu'ici fort peu utilisé. Il suffit d'extraire, quelque temps à l'avance, la terre de tourbe, de l'amonceler, à l'abri des pluies, en tas aussi perméables que possible, pour obtenir, sans autres frais que ceux de transport, un engrais azoté actif et assez riche en matières organiques pour jouer dans le sol un rôle équivalent à celui du fumier. Les premiers essais que nous avons tentés dans cette direction, sur des terres de vigne, où la nécessité d'un engrais riche en substances organiques est plus impérieuse que dans toute autre culture, nous ont déjà donné des résultats très encourageants. »

CHIMIE AGRICOLE. — *L'ammoniaque dans les eaux de pluie et dans l'atmosphère.* Note de M. **A. Muntz**, présentée par M. Schlœsing.

« En rendant compte des études que j'ai faites, avec M. V. Marcano, sur l'ammoniaque des pluies et de l'atmosphère des régions tropicales (¹), j'ai été amené à comparer les chiffres obtenus dans nos recherches à ceux que l'on trouve sous nos climats, et à admettre que les pluies de notre station tropicale, donnant une moyenne de $1^{mgr},55$ d'ammoniaque par litre, sont notablement plus riches que celles des climats tempérés, dans lesquels cette moyenne est voisine de $0^{mgr},50$.

» Sans contester nos résultats, M. Albert-Lévy (²) en combat les conclusions. Ce désaccord vient de ce qu'il admet, pour les pluies des pays tempérés, une teneur en ammoniaque beaucoup supérieure à celle qui a servi de base à nos comparaisons. M. Albert-Lévy s'appuie surtout sur les déterminations qu'il a faites à l'Observatoire de Montsouris et sur d'autres déterminations faites également dans des villes populeuses.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 779.
(²) *Ibid.*, p. 804.

» Lorsqu'il s'agit de l'étude des phénomènes naturels, il est nécessaire de se placer en dehors d'influences locales qui enlèvent tout caractère de généralité aux résultats. Pour l'ammoniaque, en particulier, il est bien connu que les résidus de la vie et de l'industrie en déversent dans l'atmosphère de grandes quantités; les pluies qui tombent dans les villes, ramassant ce qu'elles en trouvent dans cet air exceptionnellement chargé, sont elles-mêmes exceptionnellement riches.

» La moyenne de $2^{mgr},2$ d'ammoniaque, trouvée dans un litre d'eau de pluie, par M. Albert-Lévy, à l'Observatoire de Montsouris, auquel les vents apportent fréquemment l'air qui a traversé Paris et les poussières déversées par les cheminées des usines et les locomotives des chemins de fer, ne peut donc pas être invoquée, lorsqu'il s'agit d'une étude sur la constitution générale de l'atmosphère; pas plus qu'on ne saurait prendre pour base la composition de l'eau d'égout, lorsqu'il s'agit de l'eau des cours d'eau naturels.

» Il suffit, d'ailleurs, de s'éloigner quelque peu des grandes villes, pour voir la proportion d'ammoniaque diminuer considérablement. A la ferme de Joinville-le-Pont, des déterminations nombreuses, faites pendant les années 1879 à 1886, m'ont donné une moyenne un peu inférieure à $0^{mgr},50$ d'ammoniaque par litre, c'est-à-dire quatre fois et demie plus faible que celle de M. Albert-Lévy.

» Les recherches de M. Angus Smith (¹) font aussi ressortir ce fait, comme le montrent les résultats suivants :

			Ammoniaque par litre d'eau de pluie.
			mgr
Angleterre,	dans les campagnes	(moyenne)	0,97
»	dans les villes	»	5,14
Écosse,	dans les campagnes	»	0,53
»	dans les villes	»	3,81
»	Glasgow	»	9,06

» Ce ne sont donc pas les résultats obtenus dans les villes, fortement influencés par des causes purement locales, que l'on peut prendre comme termes de comparaison, lorsqu'il s'agit des phénomènes naturels dont l'atmosphère est le siège.

(¹) *De l'air et de la pluie* (1872).

» Les nombreuses déterminations effectuées à Rothamsted, ainsi que celles de Boussingault, viennent à l'appui des faits que j'ai avancés :

	Ammoniaque par litre.	Auteurs.
	mgr	
Mars 1853 à mai 1854 (moyenne de 15 mois).....	0,89	Lawes et Gilbert (1).
Avril 1869 à mai 1870 (» de 69 pluies)....	0,45	Frankland (2).
1878 à 1883 (» de 5 années)...	0,34	Lawes, Gilbert et Warington (3).
1881 à 1886 (» de 5 années)...	0,35	Warington (4).

» C'est loin des centres populeux que ces savants ont fait leurs déterminations, comme l'avait fait Boussingault, comme nous l'avons fait, M. V. Marcano et moi, sous les tropiques.

» Je ne puis donc que maintenir mes conclusions au sujet de la richesse plus grande des eaux de pluie dans la station d'observation du Vénézuéla.

» D'un autre côté, la hauteur d'eau qui tombe annuellement sous nos climats étant bien inférieure à celle des pays situés au voisinage de l'Équateur, on est en droit de conclure à une circulation plus active de l'ammoniaque dans l'atmosphère de ces derniers. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les Vers de terre et les Bacilles de la tuberculose*. Note de MM. **Lortet** et **Despeignes**, présentée par M. Chauveau.

« Tous ceux qui s'intéressent à l'étiologie des maladies infectieuses connaissent les remarquables expériences de M. Pasteur, communiquées à l'Académie le 12 juillet 1880, démontrant que les Vers de terre ramènent fréquemment les spores de la Bactérie pathogène des profondeurs du sol où ont été enfouis les cadavres des animaux morts du charbon. Nous nous sommes demandé comment agissent ces mêmes Lombrics en présence des Bacilles de la tuberculose.

(1) *Jour. Roy. Ag. Soc. Eng.;* 1881 et 1882.
(2) *Id.,* 1881.
(3) *New determination of ammonia..... in the rain-water,* 1883.
(4) *Jour. Chem. Soc.;* juin 1887.

» Dans le but de donner une réponse à cette question, de la terre végétale, recueillie dans le Jardin botanique de la Faculté de Médecine de Lyon, a été tassée légèrement dans de grands pots à fleurs, dont l'ouverture inférieure était fermée par un bouchon de liége. Cinq ou six Vers de terre sont mis dans chacun des récipients, abandonnés ensuite à eux-mêmes dans un laboratoire chauffé en hiver. Afin de maintenir la terre dans un état d'humidité convenable, les vases plongent dans des soucoupes pleines d'eau.

» Le 16 juin 1891, on enfouit des crachats tuberculeux dans un certain nombre de ces vases, tandis que d'autres reçoivent, profondément aussi, des fragments de poumons humains farcis de tubercules. Un mois après, le 28 juillet, des Lombrics sont retirés de la terre, ouverts, privés de leur tube digestif, lavés avec le plus grand soin à l'eau et à l'alcool stérilisés, coupés en fragments, broyés et inoculés à plusieurs cobayes, qui tous furent atteints de tuberculose aiguë et généralisée. Depuis cette époque, à plusieurs reprises, et même récemment encore, c'est-à-dire plus de six mois après la mise en expérience de nos animaux, des inoculations de même nature, ainsi que des coupes exécutées en différents points du corps des Lombrics, nous ont montré que presque tous les tissus de ces animaux, mais surtout ceux des organes génitaux, renferment une grande quantité de Bacilles de la tuberculose, mêlés à quelques Bactéries d'espèces différentes. Les microbes tuberculeux, chez le Lombric, ne donnent point naissance à des altérations spéciales, mais sont simplement infiltrés par petits groupes, au milieu des cellules entrant dans la constitution des différents organes.

» Il est donc très probable que les Vers de terre peuvent aussi ramener des profondeurs du sol les Bacilles tuberculeux, avec les matières fécales terreuses formant leurs déjections. L'examen microscopique direct, aidé des colorants appropriés, ne peut laisser aucun doute à cet égard. Il faudrait cependant, pour avoir une preuve indiscutable, donner à coup sûr, par l'inoculation de ces déjections, à des animaux vivants, des tuberculoses généralisées. Malgré nos efforts, nous n'avons pas encore pu obtenir ce résultat, les Bacilles septiques nombreux renfermés dans les matières terreuses expulsées de l'intestin des Lombrics amenant très rapidement la mort des cobayes mis en expérience.

» Il n'en reste pas moins acquis ce fait, qui pourra peut-être présenter un certain intérêt au point de vue de l'hygiène publique, que les Lombrics terrestres, partout si nombreux et si actifs, peuvent conserver dans leur corps, et cela pendant plusieurs mois, les Bacilles de la tuberculose, parfaitement vivants et nullement altérés dans leurs propriétés virulentes. Ces animaux pourraient ainsi, dans certaines circonstances, contribuer puissamment à la dissémination de ces Bactéries nocives. C'est la première fois aussi, croyons-nous, qu'on démontre expérimentalement la tuberculisation facile d'un animal appartenant à la grande classe des Invertébrés. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'inoculabilité de la dourine.* Note de M. Ed. Nocard, présentée par M. Chauveau.

« La *dourine* est une maladie contagieuse particulière aux Équidés; après avoir duré plusieurs mois, parfois plus d'une année, elle entraîne fatalement la mort (au moins chez le Cheval); l'animal meurt ordinairement paraplégique; il est toujours considérablement amaigri; comme lésion essentielle, on trouve toujours, à l'autopsie, un ou plusieurs foyers de ramollissement de la moelle épinière.

» La dourine n'est pas seulement transmissible à la faveur des contacts intimes et prolongés que réalise la *saillie;* elle est aussi *inoculable,* et, parmi les matières dont l'inoculation reproduit la maladie, il faut mettre au premier rang la bouillie rougeâtre qu'on trouve dans les foyers de ramollissement de la moelle.

» Dès 1888, j'avais constaté la virulence de la matière nerveuse; je m'étais assuré, en outre, que la maladie n'est pas seulement transmissible aux Équidés, mais qu'on peut aussi l'inoculer aux Chiens. Plusieurs Chiens à qui j'avais injecté, dans la chambre antérieure de l'œil, une petite quantité de matière nerveuse prise au niveau d'un point ramolli de la moelle chez un Cheval douriné, avaient succombé, dans un délai de six à onze semaines, après avoir présenté des paralysies variées (paraplégies ou monoplégies), et surtout après avoir subi un amaigrissement progressif extrêmement considérable.

» Depuis, et tout récemment encore, j'ai plusieurs fois transmis la dourine au Chien; j'ai pu constater, en outre, grâce à l'obligeance de M. Martinet, vétérinaire à Sétif, que la virulence se conserve très longtemps dans les moelles de Chevaux dourinés que l'on a immergées dans de la glycérine pure et neutre, suivant la méthode indiquée par E. Roux pour les moelles et les cerveaux rabiques.

» Les plus gros obstacles aux progrès de l'étude de la dourine résidaient dans la difficulté de se procurer des Chevaux dourinés et dans l'obligation d'expérimenter sur des Chevaux. On pourra désormais recevoir, des pays où règne la dourine, des moelles virulentes immergées dans la glycérine; on pourra dorénavant expérimenter sur le Chien. Il y a donc lieu d'espérer que l'on arrivera bientôt à mieux connaître la pathogénie de la dourine et à déterminer l'agent vivant de la virulence. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le système nerveux accélérateur et modérateur des Crustacés* (¹). Note de MM. **F. Jolyet** et **H. Viallanes**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Ayant remarqué que certaines lésions du système nerveux central produisent tantôt une accélération du cœur, tantôt un ralentissement ou des arrêts plus ou moins prolongés, ce qui semblait indiquer l'existence de centres accélérateurs et inhibitoires, nous nous sommes demandé s'il n'était point possible de déterminer le siège et l'action physiologique de ces centres. Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de ces recherches.

» Rappelons en deux mots la constitution du système nerveux central du crabe. Du cerveau partent deux connectifs qui se rendent à une masse nerveuse sous-œsophagienne, formée par l'accolement intime de tous les ganglions de la chaîne ventrale. Malgré cette condensation, on peut, même sur le vivant, y distinguer les régions suivantes : en avant, une partie médiane, formée par l'accolement des ganglions des mandibules, des mâchoires, des pattes-mâchoires; plus en arrière, le ganglion de la première paire de pattes, puis les ganglions des pattes suivantes, enfin une petite masse nerveuse d'où partent les nerfs de l'abdomen.

» *Centres et nerfs d'arrêt.* — Ce centre siège dans la partie la plus antérieure de la masse sous-œsophagienne, c'est-à-dire dans la région d'où sortent les nerfs des mandibules et des mâchoires. Nous sommes parvenus à déterminer cette localisation : 1° par l'étude des actions inhibitoires; 2° par celle des troubles physiologiques déterminés par la destruction totale ou partielle du système nerveux; 3° par l'excitation électrique des divers points de ce système.

» Il est très facile, chez le Crabe, de produire, par voie réflexe, des arrêts même très prolongés du cœur en diastole, en excitant, par des moyens mécaniques thermiques ou chimiques, un point quelconque des téguments ou du système nerveux. Si l'on détruit le cerveau et les ganglions œsophagiens, c'est-à-dire toutes les parties ganglionnaires situées en avant du

(¹) Ces recherches, qui ont été effectuées à la Station zoologique d'Arcachon, ont porté exclusivement sur le Crabe commun (*Carcinus mœnas*). Les résultats de toutes nos recherches ont été enregistrés par la méthode graphique.

point que nous considérons comme le centre d'arrêt, les réflexes inhibitoires déterminés par l'excitation d'une branchie ou d'une patte, se produisent comme d'ordinaire. De même les réflexes d'arrêt restent possibles par l'excitation des téguments céphaliques, si l'on a détruit, au contraire, toute la partie de la masse sous-œsophagienne située en arrière du centre d'arrêt. Ajoutons qu'une simple piqûre pratiquée dans la région indiquée comme centre d'arrêt suffit pour rendre impossible toute action inhibitoire. De plus, l'excitation faradique limitée à cette même région, en produisant des arrêts plus ou moins prolongés du cœur, montre qu'elle est exclusivement le lieu d'origine des nerfs frénateurs.

» *Centres et nerfs accélérateurs.* — Le centre accélérateur du cœur a son siège dans le ganglion de la première patte et dans celui de la dernière patte-mâchoire. En effet, la piqûre de l'un de ces points produit aussitôt un ralentissement considérable et une atténuation des pulsations cardiaques; ces phénomènes ne pouvant d'ailleurs être déterminés ni par la piqûre ni par l'ablation d'aucune autre partie du système nerveux central. Lorsque le centre accélérateur a été isolé des autres ganglions, son excitation seule et non celle des autres masses ganglionnaires est capable de produire l'accélération du cœur.

» Les nerfs accélérateurs suivent, pendant un certain trajet, le nerf de la première patte; la section de ce nerf, près de son point d'émergence, produit, en effet, un ralentissement du cœur, tandis que son excitation détermine l'accélération cardiaque.

» Nous avons cherché, par la dissection et par l'expérimentation physiologique, à déterminer d'une manière plus complète le trajet des nerfs accélérateurs et modérateurs. Nous n'avons pu y réussir entièrement; nous sommes pourtant en mesure de faire connaître une partie intéressante de leur parcours. Dans l'épaisseur des parois latérales de la chambre péricardique, rampent deux filets nerveux marchant parallèlement d'avant en arrière, réunis par des anastomoses et qui nous ont semblé atteindre le cœur par sa partie postérieure. La section de ces filets ralentit le cœur et rend désormais impossible la production de tous les phénomènes accélérateurs et modérateurs dont nous avons parlé plus haut; ils contiennent donc bien les fibres nerveuses cardiaques dont nous avons déterminé l'origine dans la chaîne ventrale.

» Le *nerf cardiaque* (¹) connu depuis longtemps chez la Langouste, le Ho-

(¹) Ce nerf, ainsi que l'a montré M. Moquart (*Bull. Soc. philom.*, Paris, 13 janvier

mard et l'Écrevisse, et que les physiologistes considèrent comme le nerf exclusivement accélérateur du cœur des Crustacés, a échappé à nos recherches chez le Crabe. A supposer même que ce nerf existe, son action sur les mouvements du cœur ne peut être que bien secondaire. Ni l'ablation du cerveau, ni la section profonde des tissus suivant son trajet présumé, ni l'excitation de ce trajet, n'ont produit, dans nos expériences, de modifications appréciables dans le rythme du cœur. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune pélagique du Dyrefjord (Islande).* Note de M. G. Pouchet.

« Le Dyrefjord est un des fjords de la presqu'île formant la pointe nord-ouest de l'Islande. Ouvert sur le détroit de Danemark, il s'enfonce à environ quinze milles, avec un mille et demi de largeur moyenne. Mes observations ont été faites à Thingeyri pendant les mois de juillet et août 1891. La pêche au filet fin était pratiquée tous les jours, à 8^h du matin, vers le milieu du fjord. Température des eaux $+ 10^o$.

» Malgré une pêcherie de baleines en amont, la présence, dans les eaux du fjord, d'êtres particulièrement délicats, tels que *Gymnodinium, Polykrikos,* etc., écarte l'idée d'une contamination sensible des eaux. Il faut toutefois signaler l'apport considérable d'eaux douces, dû aux torrents.

» Ces conditions spéciales expliquent que, dans les eaux du Dyrefjord, malgré leur coloration verte (voir notre Note du 11 janvier), la vie soit surtout animale. Ajoutons que le manque d'observations similaires, soit dans le détroit de Danemark, soit dans les autres fjords de la côte, ne permet pas d'apprécier rigoureusement la part à faire aux influences locales.

» Grâce à des circonstances particulièrement favorables, j'ai pu mesurer très exactement la quantité de matière vivante existant dans les eaux de la surface. Je l'ai trouvée égale à 1^{cc} par mètre cube.

» En raison du mouvement des marées qui atteignent 3^m, de la densité des êtres pélagiques plus grande que l'eau de mer, de leurs mouvements, on peut admettre leur distribution uniforme dans les eaux du fjord. Si

---

1883) prend son origine directement dans le cerveau et se rend au cœur en suivant l'artère céphalique; il ne semble pas avoir été observé chez les Crustacés brachyures.

l'on se reporte à la carte du Dyrefjord, du Dépôt des cartes et plans de la Marine, n° 1531, on voit que la surface des eaux du fjord, depuis le bord est de la Carte jusqu'à une ligne allant de Hafnarness à Birnustadir, est environ de $62^{kmq},5$, avec une profondeur moyenne de 35^{m} environ, soit 2 milliards de mètres cubes, et conséquemment un poids de matière vivante, représentée par les êtres microscopiques, égal à 2000 tonnes.

» L'être dominant est un Rotifère, *Synchæta pectinata* Ehrenberg, déjà signalé dans le golfe de Bothnie. Une autre espèce moins volumineuse l'accompagne. Il recherche la lumière. La plupart des femelles portaient, à l'époque de mes observations, soit un œuf femelle, soit deux ou quelquefois trois œufs mâles, soit un œuf d'hiver. La présence de ces derniers montre assez que ce nom d'œuf d'hiver ne doit pas être pris à la lettre. D'autre part, l'eau sans cesse brassée par le flux et le jusant laisse peu de place, du moins en ce qui touche *S. pectinata*, à l'explication du potentiel sexuel proposée récemment par M. Maupas.

» Sur l'immense majorité des individus, le canal intestinal était à l'état de vacuité. Après plusieurs tentatives infructueuses j'ai découvert pour ces Rotifères une nourriture d'élection, des hématies libres dans l'eau de mer. On peut dès lors se demander si la pêcherie de baleines voisine n'a pas ici une influence.

» On trouve, à côté de *S. pectinata*, des Copépodes, quelques Appendiculaires, des larves d'Ascidies, d'Échinodermes, de Mollusques, de Vers, mais toujours en nombre relativement faible. La flore comprend essentiellement des Péridiniens, en particulier : *P. divergens*, *C. tripos*, très abondants l'un et l'autre, des *Dinophysis* dont j'ai pu observer la scissiparie encore inconnue, des *Gymnodinium*, spécialement *G. pulvisculus* sous forme de corps ovoïdes, libres, jaunâtres à gros noyau mesurant $90 \times 72\,\mu$, enfin *Polykrikos* abondant, avec inclusion de gouttelettes vivement colorées,

» Je n'ai rencontré ni Noctiluque, ni *Pyrocystis*, ni *Gymnodinium pseudonoctiluca*.

» Pendant un mois d'observation, la flore et la faune du Dyrefjord se sont montrées sensiblement constantes, moins toutefois que dans le Naalsoefjord.

» Si l'on compare la vie pélagique, telle que nous l'ont fait connaître des études longtemps suivies à Concarneau, et telle qu'elle s'est présentée à nous pendant les mois d'été dans le Naalsoefjord et dans le Dyrefjord, on se trouve en présence de trois types bien distincts. Il y aurait intérêt à multiplier les observations de ce genre et surtout à les rapprocher d'observations similaires, pratiquées en haute mer. On trouverait là, sans aucun doute, un sujet d'études important pour la Biologie générale, qu'il me suffit de signaler. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un halo elliptique circonscrit, observé autour de la Lune le 14 janvier 1892*. Extrait d'une Lettre adressée à M. A. Cornu par M. M. **Hamy**.

« ... Un remarquable halo s'est produit autour de la Lune le jeudi 14 janvier 1892, entre 9^h et 11^h du soir. Le phénomène a débuté par un halo circulaire de 22° présentant les colorations habituelles, avec le rouge en dedans. Peu à peu, l'éclat des deux parties de la circonférence situées aux extrémités du diamètre vertical s'est fortement accentué, et des branches, tangentes au cercle et concaves du côté de la Lune, se sont détachées de part et d'autre de ces points. Les arcs supérieurs et inférieurs ont mis environ une demi-heure à prendre leur entier développement et finalement se sont rejoints, formant dans leur ensemble une ellipse circonscrite au halo circulaire. Durant la formation de l'ellipse, l'éclat des couleurs des halos circulaire et elliptique s'est atténué progressivement, et, à l'achèvement de l'évolution du phénomène, toute coloration sensible avait disparu, sauf aux points de contact de l'ellipse et de la circonférence. A 11^h, les nuages ont brusquement effacé le météore.... »

M. **Cornu**, à l'occasion de cette Communication, fait remarquer que le halo elliptique décrit par M. Hamy a été, comme il l'a signalé déjà plusieurs fois (¹), l'avant-coureur d'une bourrasque arrivée le surlendemain sur l'Angleterre et les côtes de la Manche (voir le *Bulletin météorologique* des 16 et 17 janvier). Les hautes pressions persistantes du continent ont opposé, comme de coutume, une sorte de barrière à la marche de la dépression barométrique; la bourrasque s'y est butée et s'est divisée en contournant le continent au nord et au sud. C'est ce qui fait que, sauf sur les côtes, nos régions ont été moins influencées que dans les circonstances rappelées ci-dessus.

M. A. **Hermann** adresse une Note relative à une nouvelle méthode cryptographique, pour les dépêches chiffrées.

M. V. **Candotti** adresse, de Trieste, une Note écrite en italien, sur la théorie du téléphone.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1108.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 janvier 1892.

(*Suite.*)

Mémoires de la Société impériale des amis des Sciences de Moscou, tome LXXII (*Section anthropologique*, t. XIV, fasc. I). *Étude anthropologo-ethnologique, sur les tribus Khirghizes*, par Alexis Karoosivo, 2e Partie. St-Pétersbourg, 1891; in-4°.

Matériaux pour la Géologie du Turkestan, publiés sous la direction du gouverneur général V. Kauffmann. T. III : *Géologie historique, paléontologie*, etc. par G. D. Romanooski. St-Pétersbourg, 1890; in-4°.

The transactions of the royal irish Academy, vol. XXIX, Part XVII. Dublin, 1891; fasc. in-4°.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, vol. XXIII, n° 1. Cambridge, 1891; br. in-8°.

Bergens Museums Aarsberetning for 1890. Bergen, 1891; gr. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 18 janvier 1892.)

Note de M. *H. Resal*, Sur la résistance et les faibles déformations des ressorts en hélice.

Page 102, lignes 11, 12 en remontant, *remplacer* $\frac{5}{4}$ *par* $\frac{5}{2}$.

Page 102, ligne 11 en remontant, *supprimer* $\frac{1}{2}\cos^2\theta_1$.

Page 102, lignes 10, 9, 8 en remontant, *supprimer la phrase* « Le ressort.....précédentes. »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er FÉVRIER 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur l'édicule placé au sommet du mont Blanc;* par M. **J. Janssen.**

« L'Académie se rappelle qu'au mois d'octobre dernier je l'informais de l'édification, au sommet du mont Blanc, d'une petite cabane destinée à nous instruire sur les dangers qu'une construction pouvait avoir à redouter, soit des intempéries, soit du mouvement des neiges.

» En quittant Chamonix, au mois d'octobre dernier, j'avais laissé à un guide très expérimenté le soin de surveiller cet édicule et, au mois de décembre, il m'en avait donné de bonnes nouvelles, mais voici, à cet égard, des documents beaucoup plus précis et tout récents.

» M. Dunod, fils de l'éditeur bien connu et officier dans l'un de nos bataillons alpins, m'avait fait part de son intention de faire l'ascension du mont Blanc, en janvier. M. Dunod était déjà connu par de difficiles ascensions qu'il avait parfaitement réussies : je ne trouvai donc pas le projet imprudent, surtout s'il était exécuté dans de bonnes conditions comme état de l'atmosphère, guides et outillage.

» Je donnai à M. Dunod un petit programne d'observations à faire au sommet, programme où figurait surtout l'examen minutieux de l'état de la cabane et des mouvements qu'elle avait pu éprouver.

» M. Dunod fit l'ascension avec les deux frères Simond, guides excellents, auxquels s'était joint à ma demande Frédéric Payot, dont la grande expérience devait être, à mes yeux, une nouvelle garantie de succès.

» L'ascension fut favorisée par un temps très beau et réussit complètement. Ces messieurs couchèrent aux Grands-Mulets, dans la cabane-observatoire élevée à ma demande par le Club alpin et construite de concert avec lui. La cabane était en parfait état et les voyageurs se louent beaucoup des séjours d'aller et de retour qu'ils y ont faits.

» Le 21 janvier, nos voyageurs quittaient les Grands-Mulets vers 3^h du matin, montaient par l'arête du Dôme du Goûter et arrivaient à $9^h 50^m$ à la cabane-observatoire que M. Vallot a fait ériger aux Bosses du Dromadaire. Là ils trouvaient une température de -20°. Cet abri leur fut précieux pour se réconforter.

» Ils en partaient à $11^h 45^m$ pour monter au sommet, où ils arrivaient vers 2^h de l'après-midi.

» Au sommet, la température était de -21° à -22°.

» M. Dunod se mit en devoir de prendre la densité de la neige à 1^m audessous de la surface, par le procédé très simple que je lui avais indiqué. Il la trouva égale à 0,46, c'est-à-dire presque égale à la moitié de la densité de l'eau. A 12^m de profondeur, la densité de la neige de la galerie a une densité (d'après mes mesures) très légèrement plus forte, ce qui montre que la densité de la neige au sommet augmente peu avec la profondeur. J'aurai à revenir sur les conséquences de ces faits.

» Quant à la cabane, ces messieurs la trouvèrent en très bon état. La neige n'avait même pas pénétré dans l'intérieur, et le niveau extérieur de cette neige a paru être sensiblement le même qu'au moment de l'érection.

» Au moment de cette érection, j'avais donné à M. Payot un niveau à bulle d'air qu'on avait placé sur les arêtes des poutres intérieures dans

deux sens perpendiculaires et bien repérés. Or, cette même opération, répétée par nos voyageurs, ne leur a pas montré de mouvements appréciables. Dans le sens est-ouest, c'est-à-dire de la plus grande dimension de l'édicule, la bulle semblait indiquer, dit M. Dunod, un très léger déplacement, mais si faible que la pression du doigt pouvait le faire disparaître.

» Si l'on songe aux intempéries que l'édicule a dû supporter pendant ces quatre derniers mois et au jeu que les pièces de bois ont pu prendre sous ces influences, on en doit conclure que rien n'autorise à admettre un mouvement quelconque dû aux neiges elles-mêmes.

» J'ai toujours pensé que l'épaisseur de la croûte glacée qui recouvre les rochers du sommet et détermine la forme de celui-ci doit avoir atteint depuis bien longtemps un état stationnaire. Les petites variations qu'il présente sont liées aux changements des conditions météorologiques de l'année, mais ne dépassent pas une faible amplitude. Il y a sans doute aussi des variations séculaires, mais plus faibles encore.

» Une construction érigée au sommet, si elle est installée de manière à résister aux vents, n'aura donc à compter qu'avec de très faibles mouvements.

» Les constatations dont je viens de parler étant terminées, ces messieurs redescendirent du sommet et allèrent passer la nuit aux Grands-Mulets.

» Le lendemain matin ils étaient de retour à Chamonix en excellente santé.

» Comme circonstance remarquable, je dirai que j'étais informé à Meudon de l'arrivée de nos voyageurs au sommet, moins de deux heures après le moment même où ils y mettaient le pied. M. Coutet, qui surveillait l'ascension de Chamonix, avec une bonne lunette, me télégraphia de suite l'heureux événement.

» En résumé, je suis persuadé que l'Académie verra avec satisfaction les résultats intéressants de cette courageuse ascension, qui fait le plus grand honneur à l'officier distingué qui l'a exécutée et aux guides qui l'ont assisté. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *Boileau*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Considère obtient . . . . 46 suffrages.
M. Vallier » . . . . 2 »

M. **Considère**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Dr **C.-J.-A. Leroy** demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 16 décembre 1889 et inscrit sous le n° 4486.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note intitulée : « Méthode pour construire des objectifs aplanétiques, d'ouverture aussi grande que l'on veut, en employant exclusivement des surfaces sphériques ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Mascart.)

M. **Genevée** demande l'ouverture d'un pli cacheté, qui a été déposé par lui le 18 janvier 1892 et inscrit sous le n° 4757.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient un Mémoire sur les lois de la formation et des mouvements des corps, et sur leur application à la formation du système solaire.

(Commissaires : MM. Faye, Janssen.)

M. le Dr **Sandras** adresse une Note « Sur les altérations de la voix produites par les inhalations d'eau de laurier-cerise, le cyanure de potassium, etc. ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. **Ivison y O'Neale** adresse une Note relative à la conservation et au plâtrage des vins.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La deuxième Partie du tome II (Optique géométrique), du « Cours de Physique » publié par M. *J. Violle;*

2° Le Rapport triennal sur le musée Merciologique dirigé par M. *G.-G. Arnaudon,* à Turin.

M. **J. Bertrand** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *Souillagouët*, intitulé : « Tables du point auxiliaire, pour trouver rapidement la hauteur et l'azimut estimés ». (Présenté par M. de Jonquières.)

En présentant cet Ouvrage, M. de Jonquières fait observer que de notables perfectionnements ont été, depuis une cinquantaine d'années, apportés au calcul du *point*, à la mer, par l'emploi, longtemps négligé, de la méthode de Lalande, avec application (successivement) des procédés Sumner, Pagel et Marcq-Saint-Hilaire. M. Souillagouët, considérant que le procédé Marcq-Saint-Hilaire rend le résultat plus indépendant des angles sous lesquels les courbes dites *de hauteur* coupent le parallèle de l'observateur, et que l'approximation obtenue est plus grande qu'avec les autres procédés, a calculé et réuni en un Volume, des Tables qui réduisent le calcul à la recherche d'un seul nombre et qui donnent ainsi une solution très-rapide du problème du point.

M. l'amiral **Mouchez** fait hommage à l'Académie d'un nouveau volume des « Annales de l'Observatoire de Paris », contenant les Observations de 1884.

M. **L. Weineck** adresse, de Prague, une photographie du cratère *Petavius* de la Lune, obtenue sur le mont Hamilton (Californie).

M. **Beauregard** adresse ses remerciements à l'Académie, pour le prix Bordin qui a été décerné à son Mémoire sur l'anatomie comparée de l'oreille.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des taches et des facules solaires, faites à l'equatorial Brunner* ($0^m,16$) *de l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième semestre de l'année* 1891. Note de M. **Em. Marchand**, présentée par M. E. Mascart.

« Ces observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, de juillet à décembre 1891, sont résumées dans les Tableaux qui suivent. Le premier de ces Tableaux se rapporte aux taches et donne, dans ses colonnes consécutives, le nombre proportionnel des jours sans taches pour chaque mois, les dates extrêmes d'observation de chaque groupe de taches, les latitudes moyennes de ces groupes, et enfin leurs surfaces moyennes exprimées en millionièmes de l'aire de l'hémisphère visible. Le deuxième Tableau, relatif aux facules (c'est-à-dire aux régions d'activité comprenant soit des facules seules, soit des facules et des taches), donne, pour chaque mois, la distribution de ces régions dans des zones de 10° jusqu'à ± 40° de latitude et dans les deux calottes polaires de ± 40° à ± 90°, leur nombre total par hémisphère et pour l'ensemble des deux hémisphères, et leur surface totale en millièmes de l'hémisphère (ramenée, comme celle des taches, au centre du disque).

» D'après le premier Tableau, il y a eu, pendant le deuxième semestre de 1891, 101 groupes de taches avec une surface totale de 7997 millionièmes de l'hémisphère ; le premier semestre avait donné 65 groupes et une surface de 3517 millionièmes : l'activité solaire a donc continué à augmenter assez rapidement. Notons d'ailleurs que, durant ces six mois, il n'y a eu aucun jour d'observation où le Soleil se soit montré sans taches.

» Les taches sont restées plus nombreuses dans l'hémisphère nord (69 groupes) que dans l'hémisphère sud (32) ; quant à leurs latitudes, elles ont continué à diminuer progressivement : 55 groupes, en effet, sont compris entre les latitudes ± 10° et ± 20°, 41 entre ± 20° et ± 30° et seulement 2 entre ± 30° et ± 40° ; d'autre part, nous trouvons trois groupes dans la zone équatoriale de — 10° à + 10°.

Tableau I. — *Taches.*

Juill. 1891..	0,00	29- 8		+28	5
		1- 6	−32		1
		1-10		+19	197
		6-16		+22	318
		8-18		+15	231
		10-20		+23	173
		10	−23		1
		13	−17		6
		13	−27		17
		13-25		+20	431
		13-25		+20	138
		20-24		+14	86
		18-23	−15		2
		18-29		+15	27
		20-25	−23		13
		23-25	−24		37
		23-25		+19	10
		1	−17		3
					1696
Août......	0,00	27- 1		+15	22
		4		+15	3
		4- 5		+22	2
		27- 1	−16		7
		1- 8	−18		205
		1-11		+18	14
		4-14	−18		180
		4-14		+24	218
		4-14		+16	142
		8		+14	3
		10-14		+20	6
		13		+25	2
		14-17		+24	52
		17	−11		3
		17-26		+13	56
		21-22		+18	5
		22		+16	2
		21-27		+15	28
		25-26	−20		2
		25-27	−17		5
					957
Sept.......	0,00	31-10		+20	928
		31-12		+24	320
		31-11		+14	91
		2-15		+27	100
		3-12		+11	66
		12		+18	1
		10-21		+14	305
		12-21		+22	274
		15	−34		3
		15-24	−23		183
		19-21		+18	2
		21-28	−23		6
		25-28		+18	6
		24- 3		+22	181
		28- 1		+23	3
					2469
Octobre...	0,00	1		+20	1
		28- 6		+14	12
		28- 8	−26		63
		8-10	−25		8
		28-10		+25	80
		3- 6		+15	4
		1-10		+18	163
		3-10	−15		485
		6-10		+22	6
		14		+18	9
		14		+16	56
		8-19		+12	73
		14-23		+15	132
		19-22	−19		7
		22-31		+22	80
		29		+16	1
					1180
Novembre .	0,00	29- 6		+20	14
		29- 7		+25	42
		2- 9		+19	
		6		+25	1
		6	−19		1
		7-12		+26	20
		2-12		+11	26
		12		+10	2
		10		+15	3
		10	− 9		3
		14	−19		3
		12		+ 8	1
		12-19		+16	38
		14-19	−19		21
		18-19	−20		318
		19		+ 4	4
		18-29		+21	185
		29-30		+19	66
					748
Décembre..	0,00	29-30		+18	21
		7		+23	4
		7		+26	6
		7		+30	1
		7-12	−17		14
		11	−20		2
		11	−20		1
		12-23	−19		419
		17-19		+17	7
		19-23		+27	218
		21-23	−26		44
		2		+20	78?
		2- 5		+28	75
		2- 5	−23	57	57
					947

Tableau II. — *Facules.*

	Sud.						Nord.							
	90°. 40°. 30°. 20°. 10°. 0°.					Som.	0°. 10°. 20°. 30°. 40°. 50°.					Nombr.	Totaux.	Surfaces.
Juillet 1891..	»	1	4	4	»	9	»	6	6	»	1	13	22	38,2
Août........	1	1	4	5	»	11	»	6	5	2	2	15	26	40,5
Septembre...	1	1	7	2	»	11	»	6	6	2	3	17	28	51,3
Octobre.....	»	»	4	3	»	7	»	9	9	»	1	19	26	49,6
Novembre...	»	»	4	4	1	9	2	7	5	1	»	15	24	39,2
Décembre...	1	»	6	4	»	11	1	5	7	1	»	14	25	50,0
Totaux....	3	3	29	22	1	58	3	39	38	6	7	93	151	268,8

» Pour les facules, les nombres de groupes compris dans les zones de $\pm 10°$ à $\pm 20°$ et de $\pm 20°$ à $\pm 30°$ sont devenus sensiblement égaux, et il n'y a plus qu'un très petit nombre de groupes dont les latitudes soient supérieures à 30°; mais, d'autre part, le nombre des groupes compris dans la zone équatoriale n'a pas augmenté, pendant les six derniers mois de 1891; la diminution des latitudes est donc moins nette, pour les facules que pour les taches.

» L'hémisphère nord renferme au total 93 régions d'activité, tandis que l'hémisphère sud n'en comprend que 59; ainsi la prédominance du premier est devenue aussi nette pour les facules que pour les taches.

» Les surfaces totales mensuelles des groupes de facules ont continué à croître irrégulièrement de juillet à décembre; il y a eu, en septembre, un maximum relatif, en novembre un minimum relatif, qui, l'un et l'autre, se retrouvent dans les surfaces mensuelles des taches; mais on constate dans ces dernières, en juillet, un maximum bien net qui n'a pas de correspondant dans les surfaces des facules.

» Pour les six mois de juillet à décembre 1891, la surface totale des groupes de facules est de 268,8 millièmes de l'hémisphère, alors qu'elle était de 136,3 millièmes pour les six premiers mois de l'année. Quant au nombre des groupes (152), il n'a que faiblement augmenté (131 de janvier à juin), et l'on peut en conclure que l'augmentation de l'activité solaire consiste surtout en un accroissement progressif de l'étendue des régions d'activité et en une production de plus en plus fréquente des taches au sein de ces régions. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Régions tempérées; conditions locales de persistance des courants atmosphériques; courants dérivés; origine et translation de certains mouvements cycloniques.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Mascart.

« 1. Écrivons les équations du mouvement d'un point matériel par rapport à la Terre, en prenant pour axes la verticale Oz du point où passe actuellement le mobile, la tangente Ot, et la normale vers la droite, On, à la projection de la trajectoire sur le plan horizontal. Soient T, N, $Z-g$ les composantes de la force motrice physique; v, w les composantes horizontale et verticale de la vitesse ($v>0$); α l'angle, positif vers l'est, de la vitesse horizontale avec le méridien vers le nord; R le rayon de courbure de la projection horizontale de la trajectoire, positif lorsque le centre est à droite; λ la latitude; ω la vitesse angulaire de la Terre.

$$\frac{dw}{dt}=Z-g+2\omega\cos\lambda.v\sin\alpha,\qquad \frac{dv}{dt}=T-2\omega\cos\lambda.w\sin\alpha,$$
$$\frac{v^2}{R}=N+2\omega\sin\lambda.v-2\omega\cos\lambda.w\cos\alpha.$$

» Occupons-nous du cas, très général, où la vitesse verticale w est très petite par rapport à la vitesse horizontale, et peut être négligée dans la dernière équation; hémisphère Nord, $\sin\lambda>0$. Pour une force normale donnée N, vers la droite, le rayon de courbure R est positif, et d'autant plus grand que la vitesse est plus grande, sans maximum ni inflexion. Pour les applications météorologiques, le cas où la force N a une valeur donnée négative, c'est-à-dire dirigée vers la gauche, est bien plus intéressant. Le rayon de courbure, nul lorsque la vitesse est nulle, décroît d'abord comme v^2, devient infini négatif (rotation inverse des aiguilles d'une montre) pour $v=\frac{-N}{2\omega\sin\lambda}$, change de signe et continue à décroître jusqu'à la valeur $\frac{-N}{\omega^2\sin^2\lambda}$ (rotation directe) pour $v=\frac{-2N}{2\omega\sin\lambda}$, et recommence à croître indéfiniment.

» Ainsi, pour une valeur donnée de N négative, il y a une trajectoire dont la courbure directe est maximum, et, par suite, à peu près indépendante des variations accidentelles que peut subir la vitesse dans d'assez larges limites, surtout quand ce sont des accroissements de

vitesse, tant que la grandeur composante normale N n'est pas changée. Cette fixité de forme de la trajectoire est fortement atteinte par une diminution de vitesse un peu grande; dans ce cas, le mobile incline sur sa gauche et la trajectoire prend une courbure inverse d'autant plus prononcée que la diminution de vitesse est plus grande.

» 2. Dans l'atmosphère, la trajectoire d'un grand courant aérien aura une forme fixe, de courbure directe (anticyclonique), sensiblement indépendante des variations accidentelles ou locales de vitesse, lorsque les basses pressions se trouveront à gauche de la vitesse, pourvu que la courbure diffère peu de la courbure maximum. Au niveau du sol et à la latitude de 45°, la courbure maximum est *environ* $400 G_n$ kilomètres, et la vitesse correspondante $20 G_n$ mètres par seconde, en appelant G_n la composante normale du gradient en millimètres de mercure par 111 kilomètres. A une altitude où la densité de l'air serait une fraction h de la densité au niveau du sol, il faudrait diviser G_n par h. Ces valeurs montrent que les conditions de fixité de trajectoires peu courbées ne sont jamais remplies au niveau du sol, mais peuvent l'être quelquefois à partir de quelques centaines de mètres d'altitude.

» En général, à l'écart observé des isobares correspondrait une courbure maximum plus prononcée et une vitesse plus grande que celles que l'on observe. Toute augmentation de vitesse aura donc pour effet immédiat de courber les trajectoires vers la droite, et de faire pénétrer un courant dérivé dans l'aire de haute pression ; puis, au bout de quelques heures ou de quelques jours, suivant l'importance des mouvements verticaux et des condensations, l'accumulation d'air aura pour conséquence un accroissement de pression à l'avant et à droite, et la trajectoire pourra être assez courbée pour se maintenir quelque temps, jusqu'à ce que la vitesse diminue sensiblement.

» Au contraire, toute diminution de vitesse aura pour effet immédiat de rendre d'abord la trajectoire plus rectiligne, puis de la courber à gauche, et la variation de courbure pour une diminution de vitesse est beaucoup plus grande que pour une augmentation égale (1). Au début de ce mou-

---

(1) Cette diminution de vitesse peut provenir soit d'un excès local de résistance du sol (mouvements cycloniques du golfe de Gascogne quand un courant du sud-ouest aborde l'Espagne et le Portugal), soit d'un accroissement progressif d'amplitude des ondes à la surface de séparation d'un courant et d'une aire de calme, ou de deux courants contigus, soit d'autres causes dont l'analyse détaillée tiendrait ici trop de place.

vement, avant que la distribution de la pression soit sensiblement changée, le gradient moteur T augmente, le gradient directeur N diminue, par suite de la déviation à gauche, le mouvement s'accélère, la courbure diminue, et il en peut résulter soit une onde plus ou moins accentuée, soit la pénétration d'une lame enroulée en spirale inverse (cyclonique) au milieu de l'air situé à sa gauche. L'analyse des mouvements consécutifs et de la formation du cyclone exigerait l'examen rigoureux des conséquences de l'équation de conservation de la matière. Mais on peut déjà dire que, ce mouvement cyclonique résultant du ralentissement local du courant, il se produira en aval une diminution de pression sensible au bout de quelques minutes ou de quelques heures, d'où un ralentissement de la masse d'air située en aval, et par conséquent une propagation en avant des conditions favorables à la déviation à gauche, c'est-à-dire la translation apparente du mouvement cyclonique.

» Dans les régions équatoriales, $\sin\lambda$ est petit, $\cos\lambda$ grand, et la permanence de forme des courants généraux avec des vitesses horizontales modérées est liée à la circulation verticale. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension du théorème de Sturm.* Note de M. **E. Phragmén**, présentée par M. Hermite.

« Le problème de déterminer le nombre des solutions réelles d'un système d'équations algébriques

$$(1) \qquad f_i(x_1, \ldots, x_n) = 0 \qquad (i = 1, \ldots, n)$$

à l'intérieur d'un domaine donné, problème abordé par M. Hermite il y a longtemps (voir *Comptes rendus*, t. XXXV, p. 52, et t. XXXVI, p. 294), a été repris récemment par M. Picard (voir *Comptes rendus*, 7 septembre, 16 novembre, 20 décembre 1891), qui l'a traité du point de vue de la théorie des *caractéristiques* de Kronecker, c'est-à-dire à l'aide d'intégrales définies. Je me propose de montrer, dans cette Note, comment on peut résoudre cette question par des considérations tout à fait élémentaires, qui ne sont au fond, du reste, qu'un développement des idées de M. Hermite.

» D'abord, il est clair qu'on pourra se borner au cas où le domaine donné est limité par un nombre fini de surfaces algébriques; car c'est là, en effet, le seul cas où l'on est sûr de pouvoir résoudre le problème par

un nombre fini d'opérations arithmétiques. Mais, dans ce cas, le problème peut être formulé en ces termes :

» *Calculer, par des opérations arithmétiques, le nombre des solutions réelles différentes du système* (1) *qui donnent un signe convenu à chacune des fonctions rationnelles et entières données*

$$g_k(x_1, \ldots, x_n)\,(k = 1, \ldots, m).$$

» Or cette nouvelle question est facile à résoudre. En effet, si l'on se borne au cas où le système (1) n'a qu'un nombre fini de solutions, on sait qu'on peut, par un procédé d'élimination, déterminer une fonction rationnelle et entière de $x_1, \ldots, x_n$, $z = R(x_1, \ldots, x_n)$, telles que toutes les solutions du système (1) sont données par des expressions

$$x_i = R_i(z) \qquad (i = 1, \ldots, n),$$

où $R_i(z)$ désignent des fonctions rationnelles et entières de z, et que z parcourt toutes les racines réelles d'une certaine équation algébrique $F(z) = 0$ quand $x_1, \ldots, x_n$ parcourent toutes les solutions réelles du système (1). Les valeurs des fonctions $g_k(x_1, \ldots, x_n)$, pour ces solutions, sont données par des fonctions rationnelles et entières en z. Nous avons donc réduit le problème proposé à cet autre :

» *Déterminer par des opérations arithmétiques le nombre des solutions réelles différentes d'une équation algébrique*

$$F(z) = 0, \tag{2}$$

qui donnent un signe convenu à chacune des fonctions rationnelles et entières données $G_k(z)\,(k = 1, \ldots, m)$.

» Exécutons l'algorithme de Sturm en partant des fonctions $F(z)$ et $G(z)$, $F'(z)$ et en choisissant pour valeurs à substituer $z = -\infty$ et $z = +\infty$. Le nombre des variations perdues donnera la différence entre le nombre de racines réelles différentes de l'équation (2) pour lesquelles $G(z)$ est positif et le nombre de celles pour lesquelles cette fonction a une valeur négative. S'il y a des racines pour lesquelles $G(z)$ est nul, elles ne comptent pas du tout. Nous désignerons le nombre ainsi obtenu par $[G]$. Il est superflu d'insister sur l'identité qui a lieu entre ce symbole et la caractéristique du système $\left[-g\frac{\partial(f_1, \ldots, f_n)}{\partial(x_1, \ldots, x_n)}, f_1, \ldots, f_n\right]$ telle qu'elle a été définie par Kronecker, dans le cas où le système (1) n'a pas de solutions multiples.

» Si $\alpha_1, \ldots, \alpha_m$ désignent l'unité positive ou négative, et que nous employions le symbole $(\alpha_1, \ldots, \alpha_m)$ pour désigner le nombre des racines réelles différentes de l'équation (2) qui donnent, pour $k = 1, \ldots, m$, à $G_k(z)$ le signe de α_k, on obtient facilement cette formule

$$(3)\quad \begin{cases} 2^m(\alpha_1, \ldots, \alpha_m) = [1] + \sum\limits_{\lambda} \alpha_\lambda [G_\lambda] + \sum\limits_{\lambda, \mu} \alpha_\lambda \alpha_\mu [G_\lambda G_\mu] + \ldots \\ \qquad\qquad + \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m [G_1, G_2, \ldots, G_m], \end{cases}$$

où les sommes doivent être étendues à toutes les combinaisons d'un, de deux différents, de trois différents, etc. des indices $1, \ldots, m$. En effet, on a évidemment

$$[1] = \sum (\alpha'_1, \ldots, \alpha'_m), \quad [G_\lambda] = \sum \alpha'_\lambda (\alpha'_1, \ldots, \alpha'_m), \quad G_\lambda G_\mu = \sum \alpha'_\lambda \alpha'_\mu (\alpha'_1, \ldots, \alpha'_m), \quad \ldots,$$

où il faut étendre les sommes aux 2^m termes obtenus en faisant

$$\alpha'_k = \pm 1 \quad (k = 1, \ldots, m).$$

Multipliant ces équations par 1, α_λ, $\alpha_\lambda \alpha_\mu$, ..., et faisant la somme, il est visible qu'on obtient la formule (3).

» En effet, on aura pour coefficient de $(\alpha'_1, \ldots, \alpha'_m)$

$$1 + \sum_\lambda \alpha_\lambda \alpha'_\lambda + \sum_{\lambda, \mu} \alpha_\lambda \alpha_\mu \alpha'_\lambda \alpha'_\mu + \ldots = \prod (1 + \alpha_\lambda \alpha'_\lambda).$$

» Avant de finir, il convient d'indiquer en deux mots l'algorithme pour calculer le symbole $[G]$ auquel conduit une méthode très connue de M. Hermite. Désignant par ν le degré de l'équation (2), et par a toutes les racines de cette équation, la forme quadratique à ν indéterminées

$$(4)\qquad \Sigma G(a)(x_0 + x_1 a + \ldots + x_{\nu-1} a^{\nu-1})^2$$

contiendra évidemment, si on la met sous la forme d'un agrégat de carrés réels, un carré positif ou négatif pour chaque racine réelle qui rend $G(a)$ positif ou négatif, et deux carrés, dont l'un est positif et l'autre négatif, pour chaque couple de racines imaginaires conjuguées. Par conséquent, le symbole $[G]$ est égal à la différence entre le nombre des carrés positifs et celui des carrés négatifs. Pour exécuter le calcul, on écrira, avec M. Hermite, au lieu de la forme (4), $\sum G(a) \frac{F(z)}{z-a} \frac{F(z')}{z'-a}$, en convenant de restituer dans le résultat $z_\lambda z_\mu$ au lieu de $z'^\lambda z'^\mu$. Remarquant

que $\frac{z'-z}{(z-a)(z'-a)} = \frac{1}{z-a} - \frac{1}{z'-a}$ et que $F(z)\sum\frac{G(a)}{z-a}$, qui est égal à $G(z)\sum\frac{F(z)}{z-a} - F(z)\sum\frac{G(z)-G(a)}{z-a}$, n'est autre chose que le reste de la division de $F(z)G(z)$ par $F(z)$, et désignant, pour abréger, ce reste par le symbole $[F'(z)G(z)]$, on parvient à cette expression symbolique de la forme quadratique à calculer

$$\frac{F(z')[F'(z)G(z)] - F(z)[F'(z')G(z')]}{z'-z}. \text{ »}$$

M. **Émile Picard** présente, au sujet de cette Communication, les observations suivantes :

« En appliquant la formule générale que j'ai donnée précédemment, pour la détermination du nombre des racines communes à plusieurs équations simultanées, au cas très particulier considéré par M. Phragmén, on obtient le résultat que signale ce géomètre : c'est ce que j'ai montré pour le cas de deux et de trois variables dans mon Mémoire développé sur cette théorie, Mémoire qui est aujourd'hui complètement imprimé. On y trouvera aussi la démonstration directe de ce résultat, qui est immédiate; l'intéressant article de M. Phragmén sur cette généralisation facile du théorème de Sturm ne renferme donc rien d'essentiellement nouveau. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'appareil de Lavoisier et Laplace pour la mesure de la dilatation linéaire des solides.* Note de M. **E. Grimaux**, présentée par M. Cornu.

« Lavoisier avait projeté, en 1792, de réunir tous les travaux déjà publiés ou encore inédits de sa laborieuse carrière; ce recueil devait former environ huit volumes. Lavoisier en corrigeait les épreuves pendant sa détention de cinq mois, et, quand il mourut, les feuilles du premier tome, la plupart de celles du deuxième et quelques-unes du quatrième étaient déjà tirées. En 1803, Mme Lavoisier réunit ces feuilles en deux volumes qui ne furent pas mis dans le commerce, mais furent distribués seulement à des amis personnels ou à des hommes de science; c'est dans ce recueil que parurent pour la première fois les recherches de Lavoisier et Laplace exécutées en 1782.

» Dans leur Mémoire, les auteurs décrivent, avec des lettres de renvoi, l'appareil qu'ils avaient employé, indiquant ainsi qu'il devait être accompagné d'une figure qui n'existe pas dans le recueil. Biot, en rapportant les expériences de Lavoisier et Laplace dans son *Traité de Physique* de 1817, imagina un dessin d'après la description des auteurs et d'après les souvenirs personnels de Laplace et de Mme Lavoisier; cette figure a été reproduite depuis par M. Dumas dans le tome II des *Œuvres de Lavoisier,* et se trouve dans tous les Traités de Physique.

» Je viens de constater que Lavoisier, en même temps qu'il s'occupait de l'impression du recueil de ses Mémoires, avait commencé à faire graver sur cuivre les planches qui devaient les accompagner. J'ai retrouvé ses deux cuivres qui représentent l'appareil employé pour la mesure de la dilatation linéaire; ils sont avant la lettre et l'un d'eux n'est pas terminé.

» Ces cuivres se trouvaient mêlés à d'autres planches ayant servi pour le *Traité de Chimie* ou pour des Mémoires parus dans la collection de l'ancienne Académie des Sciences; c'est pour cela que je n'avais pas, jusqu'à présent, soumis tous ces cuivres à un examen attentif.

» Pensant qu'il y avait un intérêt historique à faire connaître exactement l'appareil dont se sont servis Lavoisier et Laplace, j'ai fait tirer quelques épreuves de ces planches gravées, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité des solutions salines* [1]. Note de M. **Henri Gilbault**, présentée par M. Lippmann.

« Au cours d'un travail sur la variation de la force électromotrice des piles avec la pression, travail que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans une précédente séance, j'ai été conduit à m'occuper de la compressibilité des solutions salines.

» La méthode que j'ai employée est, à quelques modifications près, celle qu'avait suivie M. Cailletet dans une étude analogue. Des précautions toutes spéciales étaient prises pour débarrasser les solutions des gaz qu'elles contiennent, et pour s'assurer que, pendant toute la durée d'une expérience, la température était la même entre les diverses parties; en outre, tous les résultats ont été obtenus à des températures très voisines,

[1] Ce travail a été fait au laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne.

ne différant entre elles que de 0°,1 C. au plus, ce qui permet de comparer les résultats.

» Pour certaines solutions, j'ai effectué plusieurs expériences avec la même liqueur, de façon à avoir des moyennes sûres, ce qui m'a permis de construire des courbes qui m'ont conduit aux lois suivantes :

» 1° A une même température, comprise entre 10° et 35°, les compressibilités des solutions d'un même sel varient d'une façon continue avec la concentration.

» 2° Pour des solutions de faible concentration, la différence entre la compressibilité de l'eau et celle de la solution, quantité que nous appellerons la *compressibilité saline*, est proportionnelle à la concentration, quelles que soient la nature du sel dissous et celle du dissolvant.

» 3° En général, à partir d'une certaine concentration, les compressibilités salines croissent moins rapidement que les quantités de sel dissous, et, si l'on représente les résultats relatifs aux différents sels par des courbes dont les abscisses sont les quantités de sel pour 100 et les ordonnées les compressibilités, toutes ces courbes, après une orientation convenable, sont superposables.

» 4° Les compressibilités des solutions très diluées diminuent, par suite d'une élévation de température; au contraire, les compressibilités des solutions voisines de la saturation augmentent ou diminuent moins que celles des solutions étendues du même sel, par suite, également, d'une élévation de température; en général, il existe une liqueur de concentration moyenne dont la compressibilité n'éprouve pas de variation avec la température.

» 5° Les courbes représentant les compressibilités des solutions d'un même sel pour différentes concentrations ont toujours même forme, à quelque température qu'on opère, pourvu que cette température soit différente de 0°.

» 6° Les courbes étant totales, c'est-à-dire construites jusqu'à leur point de saturation, le rapport qui existe entre la longueur de la partie curviligne et de la partie rectiligne est, pour chaque solution, proportionnel à la contraction que subit le sel lors de sa dissolution en liqueur étendue dans le liquide excipient.

» 7° En dissolvant un même poids d'un même sel dans un même volume de différents dissolvants, on obtient des solutions dont la compressibilité saline est d'autant plus grande que le dissolvant a lui-même une plus grande compressibilité et, pour un même sel, le quotient de la com-

pressibilité saline par la compressibilité du liquide excipient est une constante.

» 8° Le produit de la compressibilité saline des différentes solutions de même acide et de même concentration par l'équivalent du métal du sel dissous n'est pas constant, mais les écarts entre ces produits sont d'autant plus faibles que le résidu halogène de l'acide constituant le sel a un équivalent plus petit.

» 9° (Loi limite). Le produit de la compressibilité saline des solutions de même acide par l'équivalent du métal basique du sel est une constante lorsque le résidu halogène de l'acide du sel a un équivalent nul.

» 10° Le produit de la compressibilité saline des solutions de même métal par l'équivalent du résidu halogène de l'acide n'est pas constant lorsqu'on considère des sels d'acides différents, mais les écarts sont d'autant plus faibles que le métal est d'équivalent plus petit.

» 11° (Loi limite). Le produit de la compressibilité saline des sels de même métal par l'équivalent du résidu halogène de l'acide est une constante lorsque le métal constituant le sel a un équivalent nul.

» 12° Pour des sels quelconques, mais d'équivalent très faible, le produit de la compressibilité saline par l'équivalent du métal et par celui du résidu halogène de l'acide est une quantité constante. »

PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes électro-capillaires*. Note de M. **Gouy**.

« La comparaison des amalgames et du mercure, au point de vue des phénomènes électro-capillaires (¹), m'a conduit à étudier la loi de ces phénomènes avec le mercure pur et des solutions aqueuses diverses. Dans beaucoup de cas, cette loi reste sensiblement la même, comme l'a montré M. Lippmann, mais seulement pour une certaine catégorie d'électrolytes; en général, on constate des différences plus ou moins sensibles, et assez souvent importantes.

» Considérons, par exemple, deux solutions étendues d'acide sulfurique et d'iodure de potassium, qui se prêtent également bien à des mesures précises, et, avec un même électromètre capillaire, déterminons la loi qui lie la hauteur de la colonne mercurielle à la polarisation du ménisque. En portant en abscisses les polarisations et les hauteurs en ordonnées, nous

(¹) *Comptes rendus*, 4 janvier 1892.

aurons, pour l'acide sulfurique, la courbe parabolique bien connue, donnée par M. Lippmann. Avec l'iodure de potassium, nous remarquons que le maximum est moindre (de plusieurs centimètres si la solution n'est pas très étendue); de plus, la partie *anodique* ([1]) de la courbe monte bien plus rapidement qu'avec l'acide sulfurique; en d'autres termes, la sensibilité de l'électromètre est plus grande. Il en résulte qu'on ne peut pas, à beaucoup près, faire coïncider ces deux courbes par une translation parallèle aux abscisses, mais *on peut ainsi faire coïncider leurs côtés cathodiques,* à partir d'une petite distance du maximum.

» Si, au lieu d'iodure de potassium, nous faisons usage de sels divers, bromures, chlorures, sulfures, sulfocyanures, etc., nous obtenons des courbes plus ou moins différentes, analogues à celles qui sont figurées plus loin, et qui donnent lieu aux remarques suivantes :

» 1° Les courbes sont peu différentes pour les iodures et l'acide iodhydrique, et de même pour les autres sels; ainsi elles dépendent principalement de l'élément électro-négatif. Les bases, les acides oxygénés et leurs sels montrent des différences moins importantes, et obéissent approximativement à la loi de M. Lippmann.

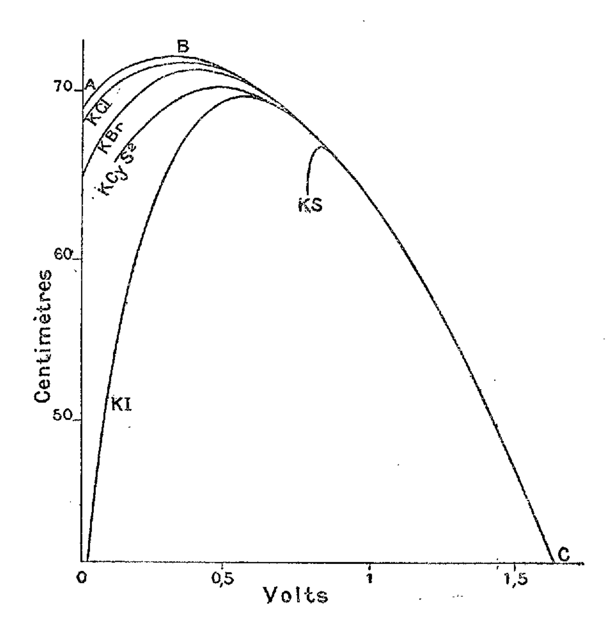
» 2° On peut faire coïncider les côtés cathodiques des courbes par une translation parallèle aux abscisses, comme il a été dit plus haut, sauf pour les solutions très concentrées, où l'on remarque quelques variations d'ordre secondaire.

Les expériences faites avec les mélanges jettent quelque lumière sur ce sujet. Soit une solution L_1 de potasse à $\frac{1}{10}$, qui donne la courbe ABC. Ajoutons à cette solution $\frac{1}{100}$ d'iodure de potassium, et mettons ce liquide L_2 en contact avec le ménisque, tout en laissant le large mercure baigné par la solution pure L_1. Nous constatons que la courbe obtenue (KI), coïncide avec la précédente dans toute la partie cathodique depuis C, s'en détache près de son maximum, et en diffère extrêmement du coté anodique. En employant de même, au lieu de KI, les sels KBr, KCl, KS, $KCyS^2$, on obtient les courbes figurées ici, qui coïncident toutes avec la courbe ABC du côté cathodique et sur une grande étendue ([2]).

([1]) J'appellerai *anodique* et *cathodique* les côtés de la courbe qui se terminent aux points où, l'électrolyse ayant lieu, le ménisque capillaire joue le rôle d'anode ou de cathode; le côté cathodique correspond donc aux fortes polarisations par l'hydrogène.

([2]) Les abscisses représentent, comme tout à l'heure, la différence de potentiel entre le large mercure et le ménisque. Ces expériences donnent des résultats analo-

» Les liquides L_1 et L_2 étant fort peu différents et ne réagissant pas l'un sur l'autre, on peut regarder comme vraisemblable qu'il n'y a pas entre eux de différence sensible de potentiel. Dans cette hypothèse, les abscisses représentent la différence de potentiel au ménisque $Hg | L_2$, à une constante près, qui est la même pour toutes ces courbes. Ainsi la tension superficielle est une fonction de $Hg | L_2$ qui est différente du côté anodique suivant qu'il tend à se former tel ou tel composé de mercure, oxyde, sulfure,



iodure, etc., et qui est la même du côté cathodique, où c'est toujours de l'hydrogène (ou du potassium) qui tend à se dégager. La *tendance à l'électrolyse* paraît donc être le facteur prédominant dans les variations de la tension superficielle, quel que soit, d'ailleurs, le mécanisme moléculaire qui entre en jeu.

» Les phénomènes dont je viens de donner une idée générale paraissent peu favorables à la théorie des couches doubles d'Helmholtz, sous sa forme actuelle ; ainsi, s'il était vrai que le maximum correspondît à $Hg | L_2 = 0$, il faudrait que la différence $L_1 | L_2$ fût notable, et, dans un cas, voisine de

---

gues en employant, au lieu de potasse, un sel neutre (azotate d'ammoniaque) ou de l'acide sulfurique. Dans ce dernier cas, cependant, l'action de l'hydrogène sulfuré est presque entièrement supprimée.

$\frac{1}{2}$ volt, ce qui paraît peu vraisemblable et rendrait incompréhensible la coïncidence des courbes dans la partie cathodique. La dépression du maximum est aussi un fait important, que ne faisait pas prévoir cette théorie. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la mesure optique des temperatures élevées.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai montré antérieurement comment, par l'emploi des couples thermo-électriques, on pouvait très simplement et, en même temps, très exactement mesurer les températures élevées. Cette méthode s'est rapidement répandue dans les laboratoires; elle a même pénétré dans les usines où elle rend de réels services. On ne peut méconnaître cependant que, pour les usages industriels, des appareils de mesure aussi délicats que des galvanomètres ne sont guère convenables; on ne peut songer à les mettre d'une façon courante entre les mains des ouvriers. En outre, l'altération rapide des couples de platine rend leur usage onéreux.

» Aux températures élevées qui sont aujourd'hui produites dans les opérations métallurgiques, il n'y a pas de corps qui n'éprouve une désorganisation rapide. Un seul intermédiaire peut transmettre à l'œil de l'observateur l'état calorifique d'un foyer sans éprouver d'altération: c'est la matière vibrante, l'éther. L'utilisation des radiations des corps incandescents s'impose pour tout pyromètre que l'on veut assez robuste pour le confier à des ouvriers; il faut seulement chercher à compléter l'œil par l'adjonction d'un appareil de mesure qui soit suffisamment précis, tout en restant très simple.

» Des tentatives dans ce sens ont déjà été faites d'abord par M. Crova, plus récemment par MM. Nouël et Mesuré. Ces savants ont cherché à utiliser la variation avec la température des intensités relatives des radiations inégalement réfrangibles. Cette méthode, satisfaisante en théorie, l'est beaucoup moins dans la pratique, en raison de son défaut de sensibilité.

» J'ai cherché, au contraire, à ramener la mesure des températures à celle de l'intensité absolue d'une longueur d'onde déterminée; cette idée avait bien des fois déjà été mise en avant par Pouillet, Becquerel, M. Violle, mais sa réalisation n'avait pas même été tentée. Le grand intérêt de cette méthode est sa sensibilité extrême; l'intensité des radiations varie, en effet, de 1 à 1 000 000 quand la température varie de 600° à 1800°. Mais la

graduation d'un semblable pyromètre n'est pratiquement réalisable que par l'emploi des couples thermo-électriques ; c'est pour cela, sans doute, que ce procédé n'a pas été essayé plus tôt.

» Le photomètre le mieux approprié à de semblables mesures est le photomètre de M. Cornu, modifié de façon à le rendre plus maniable. Les intensités lumineuses sont comparées à celle de la flamme d'une petite lampe à essence de pétrole qui est tarée elle-même par comparaison avec une lampe étalon à l'acétate d'amyle. Un verre rouge placé devant l'oculaire permet de ne faire porter la comparaison que sur des radiations sensiblement monochromatiques, condition indispensable pour obtenir des mesures photométriques un peu exactes.

» En opérant dans ces conditions, on a trouvé, pour l'intensité des régions les plus lumineuses de la zone axiale de quelques sources, exprimée en fonction de l'intensité correspondante de la lampe étalon, les valeurs suivantes :

Acétate d'amyle.	Essence minérale. Bougie.	Bec Bengel.	Lampe Carcel.	Platine fondant.
1	1,10	0,74	1,9	15

» La principale difficulté dans l'emploi d'un semblable pyromètre provient de ce que l'intensité des radiations émises par un corps incandescent ne dépend pas seulement de sa température, mais aussi de sa nature chimique, de l'état physique de sa surface et de la température de l'enceinte qui l'environne. Dans le cas particulier où il est en équilibre de température avec l'enceinte, condition sensiblement réalisée dans les fours à réverbère, son éclat est fonction de la température seule, et, dans le cas où son pouvoir diffusant est nul (corps noirs), son éclat est indépendant de la température de l'enceinte et ne dépend que de sa température propre. L'oxyde de fer magnétique qui se forme à la surface du fer chauffé à l'air et le carbone remplissent cette dernière condition. Dans tous les autres cas, il faut une graduation spéciale pour chaque corps particulier placé dans des conditions déterminées.

» J'ai fait cette graduation pour un certain nombre de corps chauffés dans la flamme de brûleurs à air et gaz mêlés. On peut admettre, en raison de la transparence de la flamme, qu'on se trouve dans le cas d'un corps chaud placé au milieu d'une enceinte froide. Les résultats obtenus sont exprimés en fonction de l'intensité de la flamme d'acétate d'amyle. L'é-

chelle des températures a été déterminée en prenant comme points fixes :

Soufre.	Or.	Palladium.	Platine.
448	1045	1500	1775

» On remarquera que le rapport du pouvoir émissif de l'oxyde magnétique à celui du platine varie peu avec la température :

Température.	Oxyde magnétique.	Platine.
600	0,00003	0,00001
800	0,003	0,00125
1000	0,08	0,03
1200	0,65	0,26
1400	3,40	1,41
1600	12,6	5,62
1800	39,00	17,00

» Les corps suivants ont, entre 1000° et 1500°, pour les radiations rouges utilisées, un pouvoir émissif voisin de :

Oxyde magnétique de fer et carbone.	Palladium.	Platine mat.	Platine poli et kaolin.	Magnésie.
1	0,5	0,4	0,25	0,10

» Les chiffres relatifs à la magnésie sont assez incertains, par suite de la fissuration inévitable de ce corps. L'éclat des fentes est beaucoup plus intense que celui de la surface, surtout dans les corps à faible pouvoir émissif, parce qu'elles réalisent, dans une certaine mesure, le cas du corps chaud placé au milieu d'une enceinte de même température.

» La graduation donnée pour l'oxyde magnétique dont le pouvoir émissif est égal à l'unité s'applique à tous les corps chauffés dans une enceinte de température uniforme [1]. »

OPTIQUE. — *Sur l'achromatisme*. Note de M. **A. Broca**, présentée par M. A. Cornu.

« Quand on considère une lentille composée d'un crown et d'un flint, et qu'on suppose son épaisseur négligeable, on peut calculer le rayon de

---

(1) Des pyromètres basés sur ce principe sont actuellement en service dans différentes usines à fer de France et de l'étranger.

la surface de séparation, de manière que les foyers relatifs à deux couleurs soient superposés. L'épaisseur étant négligeable, la dispersion des plans principaux le sera aussi, et l'achromatisme parfait sera réalisé pour ces deux couleurs.

» Mais l'étude de l'aplanétisme nous a montré que, pour qu'une lentille eût des points aplanétiques pratiques, il fallait qu'elle eût une épaisseur considérable. Dans ce cas-là, nous aurons besoin d'une équation de plus pour superposer les plans principaux d'un côté. Nous aurons, d'ailleurs, deux paramètres de plus que dans le cas précédent : ce seront les deux épaisseurs. L'un d'eux sera employé pour l'aplanétisme : il nous en restera un, qui nous permettra de superposer les plans principaux d'un côté.

» Nous réalisons ainsi une lentille ayant ses foyers d'un côté, et les plans principaux correspondants superposés pour le jaune et le bleu par exemple. De l'autre côté, les distances focales seront égales, mais il n'y aura pas superposition des éléments cardinaux. Mais, si nous plaçons un objet au foyer achromatique, les images seront à l'infini toutes deux et auront le même diamètre apparent, les distances focales étant égales. Les faisceaux jaune et bleu qui sortiront de l'appareil ne seront pas superposés, mais seront parallèles. Un œil observateur les fera donc converger en un même point de la rétine, si nous supposons l'œil achromatique, ce qui est légitime, puisque nous ne pouvons prétendre perfectionner un instrument au delà de ce que peut donner notre œil.

» C'est un procédé analogue à celui qu'a employé Huygens dans son oculaire, où il donne le même diamètre apparent aux images jaune et bleue.

» Nous étudierons le cas précédent. Tous les auteurs qui se sont occupés de la dispersion ont montré que les indices étaient de la forme $u = l + m\mu + p\mu^2$, où μ est très petit et de la forme $\frac{\varepsilon}{\lambda^2}$, λ^2 étant la longueur d'onde. Les éléments cardinaux du système sont déterminés par rapport aux pôles des surfaces extrêmes par des fonctions de μ, dont nous annulerons la dérivée par rapport à μ. Une étude détaillée des observations montre que le résultat sera tout à fait satisfaisant si l'on remplace les indices, dans cette équation, par ceux d'une couleur convenable intermédiaire au jaune et au bleu.

» Soient Φ la distance focale du système, Ψ l'abscisse de son plan principal total par rapport au pôle de la dernière surface, et soient

$$n_1 = l_1 + m_1\mu + p_1\mu^2 + \ldots, \qquad n_2 = l_2 + m_2\mu + p_2\mu^2 + \ldots$$

les indices; les équations d'achromatisme seront

$$(1) \qquad m_1 \frac{d\Phi}{du_1} + m_2 \frac{d\Phi}{du_2} = 0,$$

$$(2) \qquad m_1 \frac{d\Psi}{du_1} + m_2 \frac{d\Psi}{du_2} = 0.$$

» Les équations obtenues en combinant convenablement (1) et (2) développées contiennent n_1, n_2, m_1, m_2. Pour $n_1 = n_2$ on aura les équations aux valeurs principales, qui permettront de continuer le calcul par approximations successives. Mais quand on pourra prendre n_1 assez voisin de n_2, la première valeur suffira. Les équations principales sont

$$(3) \qquad m_1 \gamma_3 e_1 - m_2 e_2 [(u-1)(\gamma_3 - e_1 - e_2) - u_1 \gamma_1] = 0,$$

$$(4) \qquad m_1 \gamma_2 (e_1 + e_2) + (m_2 - m_1) e_2 [u \gamma_1 + (u-1)(e_1 - \gamma_2)] = 0,$$

où e_1, e_2 sont les épaisseurs comptées, e_1 à partir de la première surface, e_2 à partir de la seconde, positivement du côté d'où vient la lumière, et où γ_1, γ_2, γ_3 sont les rayons de courbure comptés des centres.

» Si nous nous donnons $\frac{\gamma_3}{\gamma_1}$ et $\frac{e_1 + e_2}{\gamma_1}$ de manière à rendre aplanétique au point convenable la lentille supposée homogène, la première équation donnera $\frac{e_1}{e_2}$. Posons comme pour la discussion de l'aplanétisme $\frac{\gamma_3}{\gamma_1} = y$, $\frac{e_1 + e_2}{\gamma_1} = -1 + x + y$, nous aurons

$$(5) \qquad \frac{e_1}{e_2} = -\frac{m_2}{m_1} - \frac{1 + (u-1)x}{y},$$

et l'équation (4) donnera γ_2 linéairement.

» Pour que (5) soit admissible, il faut que $\frac{e_1}{e_2} > 0$, donc si A est le sommet de la courbe d'aplanétisme focal, les régions hachées comprendront les lentilles non achromatisables, les régions PP', les lentilles achromatisables.

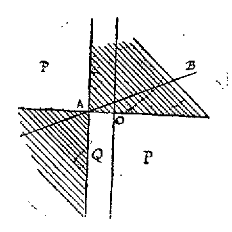
» Si nous renversions la lumière, il faudrait faire le changement $(\gamma_1, -\gamma_3)$, (e_1, e_2), $(\gamma_2, -\gamma_2)$, (u_1, u_2), (m_1, m_2), ce qui donnerait

$$\frac{e_1}{e_2} = -\frac{m_2}{m_1} - \frac{1}{y - (u-1)x}.$$

» Pour que cette solution soit compatible avec la première, il faut que

$\frac{1+(u-1)x}{y} = \frac{1}{y-(u-1)x}$, courbe qui se décompose en l'axe des y et la droite AB, $y=(u-1)x+1$. Puisque cette droite est dans la région non compatible avec (5), les lentilles absolument achromatisables seront situées sur l'axe Oy', et celles-là seules seront parfaitement achromatisables.

» D'ailleurs, la dispersion des plans principaux du côté non achromatisé sera dans un sens en PP', dans l'autre en Q.



» Cette théorie, jointe à celle de l'aplanétisme, faite précédemment, permet d'employer les lentilles épaisses comme oculaires. Ceci aura un grand avantage, car ces lentilles peuvent être douées d'un foyer aplanétique.

» On pourra de la sorte constituer un microscope (ou un oculaire de lunette astronomique) d'une lentille puissante à foyer aplanétique et achromatique, placée en arrière, et d'un système convergent permettant d'amener une image de l'objet à examiner en coïncidence avec le foyer de cette lentille, qui est toujours situé à l'intérieur du verre. Comme la lentille oculaire pourra être faite très puissante, à cause de son aplanétisme, on pourra ne demander au système convergent, placé en objectif, qu'un faible grossissement.

» Dans ces conditions, il sera commode de prendre pour lentilles frontales des lentilles à points aplanétiques absolus, dont l'emploi sera pratique, puisqu'on n'aura besoin que d'en prendre une ou deux au plus.

» Les rayons de courbure de ces lentilles seront relativement considérables : on pourra donc les construire minces et les achromatiser comme telles. Si elles étaient épaisses, on ne pourrait les construire avec deux milieux seulement, car elles sont situées dans la région du plan non achromatisable.

» Les calculs précédents, sur l'aplanétisme [1] et l'achromatisme, per-

---

(1) *Comptes rendus*, même Tome, p. 168.

mettent donc de réaliser le grossissement par l'oculaire, dans le microscope. »

CHIMIE. — *Sur les azotures de baryum et de strontium.* Note de M. MAQUENNE.

« Dans une précédente Communication, j'ai fait voir que les métaux alcalino-terreux, isolés de leurs chlorures par l'électrolyse, en présence du mercure, fixent directement l'azote gazeux, à la température rouge. Ces combinaisons nouvelles, dont l'une a pu être obtenue cristallisée, se décomposent dans l'eau froide avec dégagement d'ammoniaque, facile à doser; mais leur analyse complète présente quelques difficultés, à cause surtout de la présence, dans l'azoture fondu, d'un excès d'amalgame alcalino-terreux impossible à dissocier entièrement, même à la température de fusion de la fonte. D'autre part, il se produit toujours une attaque des parois de la nacelle où l'on a chauffé l'amalgame, qui vient encore souiller davantage la matière.

» En résumé, lorsqu'on fait passer un courant d'azote, au rouge, sur un amalgame de baryum, de strontium ou de calcium, enfermé dans une nacelle de fer ou de nickel, on obtient un mélange d'azoture alcalino-terreux avec un léger excès du métal correspondant, des particules de fer ou de nickel très divisé, un peu de mercure, et enfin une trace de baryte, de strontiane ou de chaux, qui ont pris naissance par oxydation de l'amalgame en cours des opérations préliminaires, et notamment pendant le temps qu'exige le remplissage de la nacelle et son introduction dans le tube plein d'azote.

» La quantité d'hydrogène qui se dégage lorsqu'on traite ce mélange par l'eau étant éminemment variable, surtout lorsqu'on passe de l'azoture de baryum à l'azoture de strontium, on a admis que ce gaz provient uniquement de la décomposition de l'eau par l'excès d'amalgame non dissocié : l'azoture devenait alors une ammoniaque métallique, qui devait répondre à la formule Az^2M^3, dans laquelle M représente l'un des trois métaux précédemment cités.

» Le dosage de l'ammoniaque et des bases terreuses formées dans la décomposition par l'eau des azotures de baryum et de strontium a confirmé cette manière de voir, avec toute l'exactitude que l'on était en droit d'attendre d'une pareille recherche.

» Déduction faite de la quantité de métal correspondante au volume d'hydrogène recueilli, on a trouvé, dans 100 parties d'azoture de baryum supposé pur :

Baryum	94,11	94,41	94,03
Azote	5,89	5,59	5,97

et dans 100 parties d'azoture de strontium :

Strontium	90,04
Azote	9,96

ce qui correspond très sensiblement aux formules Az^2Ba^3 et Az^2Sr^3 qui exigent 6,38 et 9,64 pour 100 d'azote.

» La proportion de fer ou de nickel mélangé à l'azoture dans ces divers essais a varié entre 5 et 8 pour 100 du poids total de la matière brute.

» Les azotures de baryum et de strontium présentent donc la même constitution que l'azoture de magnésium et peuvent être représentés par le schéma

$$\underset{(Sr)}{Ba} = Az - \underset{(Sr)}{Ba} - Az = \underset{(Sr)}{Ba},$$

qui rappelle immédiatement celui de la triéthylène-diamine.

» L'azoture de baryum ne donne pas de bases éthylées avec l'alcool.

» Au rouge, il fixe énergiquement l'oxyde de carbone et se transforme ainsi en un mélange de baryte et de cyanure de baryum.

» Cette réaction, qui s'explique d'elle-même si l'on se reporte à la formule de structure ci-dessus indiquée, joue vraisemblablement un rôle dans la synthèse du cyanure de baryum par l'action de l'azote et du charbon sur la baryte chauffée au rouge blanc; elle n'a pas lieu, au moins entre les mêmes limites de température, lorsqu'on chauffe dans un courant d'azote le rhodizonate de baryum $Ba(CO)^6$ ou la tétraoxyquinone dibarytique $Ba^2(CO)^6$. Dès lors, il semble naturel d'admettre que, dans l'expérience de MM. Margueritte et Sourdeval, la combinaison du baryum avec l'azote précède la formation du cyanogène ou celle d'un carbure métallique.

» Dans cette hypothèse, la production synthétique du cyanure de baryum serait une conséquence de l'affinité du baryum métallique pour l'azote et ce composé devrait avoir, au moment où il prend naissance, une constitution semblable à celle des carbylamines de M. A. Gautier.

» Lorsqu'on soumet l'azoture de strontium à l'action de l'oxyde de carbone, ainsi qu'il vient d'être dit pour le baryum, il se produit, vers le rouge vif, une décomposition complète, avec départ d'azote, et le résidu ne renferme plus que de la strontiane, en partie carbonatée, du charbon, du fer

divisé provenant de la nacelle et seulement une trace de cyanure de strontium. Cette circonstance, due sans doute à une moindre stabilité de l'azoture de strontium, explique pourquoi la strontiane se prête moins bien que la baryte à la fabrication des cyanures.

» Remarquons, enfin, que l'observation intéressante de M. Ouvrard, d'après laquelle le lithium est aussi capable d'absorber rapidement l'azote (¹), crée une nouvelle analogie entre ce corps et les métaux de la famille du magnésium, qu'il convient de joindre à celles qui résultent de la comparaison de leurs dérivés salins. »

CHIMIE. — *Sur les chlorobromures de carbone*. Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« La théorie permet de prévoir l'existence de trois chlorobromures de carbone du type CX^4, qui sont : CCl^3Br, CCl^2Br^2, $CClBr^3$. Le premier seul est connu et a été obtenu par différents procédés, et entre autres par MM. Friedel et Silva dans l'action du brome sur le chloroforme en tubes scellés à 170°. J'ai repris cette réaction à température plus élevée, dans l'espoir de substituer Br^2 à HCl dans $CHCl^3$ et obtenir le chlorobromure CCl^2Br^2; le résultat a dépassé mes espérances et m'a fourni simultanément les trois chlorobromures.

» On chauffe en tubes scellés très résistants un mélange de brome et de chloroforme sec dans la proportion $Br^2 + CHCl^3$, d'abord pendant deux heures à 225°; on ouvre les tubes qui laissent dégager une quantité considérable de gaz formé principalement d'acide bromhydrique; une nouvelle chauffe de quelques heures se fait à 250°, après laquelle le gaz qui se dégage est formé en majeure partie d'acide chlorhydrique; enfin, la réaction se termine à 275°.

» Après plusieurs fractionnements, on isole le chlorobromure CCl^3Br qui distille de 103° à 105°. Le chlorobromure CCl^2Br^2 s'obtient en recueillant ce qui distille aux environs de 135° et qui ne tarde pas à se prendre en masse si la température est inférieure à +20°; on comprime entre des plaques de porcelaine poreuse et l'on redistille.

» Le chlorobromure $CClBr^3$ s'obtient en recueillant ce qui distille aux environs de 160°; le corps solide ainsi obtenu est comprimé entre des plaques de porcelaine poreuse, à une température d'une trentaine de degrés; on achève sa purification en le dissolvant à chaud dans l'éther, et il s'en dépose cristallisé par refroidissement.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 120.

» La formation simultanée des trois chlorobromures dans cette réaction peut s'expliquer de la façon suivante : le brome réagissant sur le chloroforme peut donner deux produits de substitution directe d'après les équations

$$CHCl^3 + Br^2 = CCl^3Br + HBr,$$
$$CHCl^3 + Br^2 = CCl^2Br^2 + HCl.$$

» Enfin, à une température suffisamment élevée, HBr réagissant sur CCl^2Br^2 donne la réaction

$$CCl^2Br^2 + HBr = CClBr^3 + HCl.$$

» Il serait avantageux de pouvoir chauffer dès le début à 250°, mais peu de tubes scellés résistent dans ces conditions.

» Ayant obtenu de grandes quantités de chlorobromure CCl^3Br, j'en ai déterminé la température de fusion — 21°, qui n'a pas été donnée.

» Le chlorobromure CCl^2Br^2 cristallise en fines aiguilles fusibles à +22°; il distille aux environs de 135°, sa densité liquide à + 25° est 2,42. Il possède une odeur rappelant celle du chloroforme et se volatilise assez rapidement dès la température ordinaire; sa tension de vapeur est de 21^{mm} à 16°; 31^{mm} à 30° et 268^{mm} à 100°. Les analyses du chlore et du brome ont été faites par l'analyse indirecte, en convertissant en chlorure le mélange de chlorure et de bromure d'argent :

	Théorie.	I.	II.	III.
Chlore..........	29,22	28,84	27,62	30,84
Brome..........	65,84	65,36	67,61	63,70
Carbone........	4,93	4,83	4,76	4,71

» Le chlorobromure $CClBr^3$ cristallise de sa solution éthérée en lames transparentes, qui fondent à +55°; il distille vers 160° en éprouvant une trace de décomposition qui met un peu de brome en liberté. Quand il a été fondu, il a la consistance de la cire; son odeur rappelle celle du tétrabromure de carbone; il est très soluble dans l'éther, le chloroforme, le tétrachlorure de carbone, le surfure de carbone, la benzine, moins soluble dans l'alcool. Sa densité à 15° est 2,71.

	Théorie.	I.	II.	III.
Chlore..........	12,34	13,47	13,49	12,91
Brome..........	83,48	82,59	81,38	81,03
Carbone........	4,17	4,16	4,15	4,03

» Je rappelle que j'ai étudié récemment les dérivés bromés du chlorure de méthyle, avec l'espoir d'obtenir le chlorobromure $CClBr^3$ comme der-

nier terme de la substitution du brome à l'hydrogène. J'avais obtenu facilement les deux premiers termes CH^2BrCl et $CHBr^2Cl$; mais, quand j'ai voulu passer au chlorobromure en chauffant en tubes scellés à 250° du brome avec $CHBr^2Cl$, j'ai trouvé comme produits inattendus de la réaction du bromoforme et du tétrabromure de carbone; cette réaction, qui paraissait difficile à expliquer, se trouve éclaircie par l'action bromurante qu'exerce à cette température HBr sur les composés renfermant du chlore.

» J'ai repris cette réaction à température plus basse, 200°-225°, mais je n'ai pu isoler dans le produit de la réaction le chlorobromure $CClBr^3$; cependant, en recueillant le liquide qui distille de 155°-170°, il ne tarde pas à naître au sein du liquide de grandes lames cristallines transparentes, qui, isolées du liquide qui les baigne et séchées, ont un point de fusion + 75° environ, intermédiaire entre celui du chlorobromure $CClBr^3$ (55°) et celui du tétrabromure de carbone (+ 90°). Leur composition était intermédiaire entre celles-ci et se rapprochait de celle qui serait représentée par $CClBr^3 + CBr^4$; ces cristaux très nets, étant soumis à des cristallisations fractionnées au sein de l'éther, présentent une composition variable suivant le nombre de cristallisations qu'on leur a fait subir, mais ils renferment toujours du chlore et paraissent, par conséquent, être des cristaux mixtes du chlorobromure $CClBr^3$ et du tétrabromure CBr^4 qui seraient isomorphes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des métaux sur les sels dissous dans les liquides organiques*. Note de M. **Raoul Varet**.

« M. Friedel, en étudiant les liquides rouges qui prennent naissance lorsque l'on fait agir le chlorure d'aluminium sur la benzine en présence de gaz acide chlorhydrique, a constaté que ces produits ne se formaient pas quand on évitait toute trace d'eau. Cette observation m'a donné l'idée d'étudier comparativement l'action des métaux sur les sels dissous dans l'eau et dans divers liquides organiques, afin de déterminer le rôle, dans ces réactions, de l'eau et des combinaisons moléculaires qui peuvent se former par suite de l'union de certains des produits en présence.

» I. *Action de l'aluminium sur le cyanure de mercure dissous dans l'eau*. — Il y a déplacement du mercure par l'aluminium et formation de cyanure d'aluminium, que l'eau décompose en alumine et acide cyanhydrique; en même temps, il se produit de

l'amalgame d'aluminium qui, en agissant sur l'eau, engendre de l'alumine et dégage de l'hydrogène. Nous pouvons ainsi formuler ces réactions :

$$3HgCy^2 + 4Al^2 = Al^2Cy^6 + Hg^3Al^2$$
$$Al^2Cy^6 + Hg^3Al^2 + 6H^2O = 2Al^2O^3 + 6HCy + 3Hg + 6H.$$

» II. *Action de l'aluminium sur le cyanure de mercure dissous dans l'alcool absolu ammoniacal.* — L'alcool absolu ne dissout pas le cyanure de mercure; l'alcool absolu ammoniacal le dissout, au contraire, en très grande quantité. Une telle solution est additionnée d'un excès d'aluminium en petits morceaux et abandonnée dans un endroit froid, à l'abri de toute trace d'eau. Quand la réaction est terminée, on filtre, en opérant sous une cloche contenant de la chaux sodée, afin d'éviter l'accès de l'humidité, puis on concentre sur un mélange de potasse et de chaux vive. Au bout de plusieurs jours, il se forme à la surface de la liqueur une nappe cristalline assez épaisse, molle et transparente : c'est un cyanure double de mercure et d'aluminium, combiné à l'alcool et à l'ammoniaque. Ce corps est tellement altérable qu'il ne m'a pas été possible de fixer sa composition; c'est, du reste, le premier exemple d'une combinaison cyanogénée de l'aluminium ne renfermant pas un radical complexe comme le ferrocyanogène.

» Dans le cas que nous venons d'envisager, la substitution de l'aluminium au mercure n'est jamais complète : c'est la formation d'une combinaison moléculaire résultant de l'union du cyanure d'aluminium formé avec le cyanure de mercure non attaqué, l'ammoniaque et l'alcool, qui intervient ici pour entraver la réaction.

» III. *Aluminium et cyanure de mercure dissous dans la pyridine.* — Il n'y a pas déplacement du mercure par l'aluminium, si la pyridine est parfaitement anhydre; mais, si l'on ajoute une petite quantité d'eau, la réaction se produit comme dans le cas d'une solution aqueuse. Elle s'arrête quand toute l'eau a disparu, par suite de son action sur le cyanure et l'amalgame d'aluminium.

IV. *Nickel et bichlorure de mercure dissous dans l'eau.* — On constate principalement la formation de calomel; il y a aussi substitution du nickel au mercure, mais en petite quantité, surtout les premiers jours de l'expérience. Quand on opère dans un vase ouvert, on observe la formation d'oxyde de nickel; on évite cette oxydation en employant de l'eau bouillie et en scellant le tube.

» V. *Nickel et bichlorure de mercure dissous dans la pyridine.* — A froid, rien; à chaud, substitution du nickel à l'aluminium.

» VI. *Fer et bichlorure de mercure dissous dans la pyridine.* — A froid et à chaud, rien. Si l'on ajoute de l'eau, il y a déplacement immédiat, en chauffant légèrement. Il y a aussi formation de calomel et oxydation du fer.

» En résumé, on voit que certains métaux, capables d'en précipiter d'autres de leurs sels dissous dans l'eau, perdent cette propriété quand, à l'eau, on substitue comme dissolvant certains liquides organiques; cette différence d'action est due tantôt à l'eau, tantôt à la formation de combinaisons moléculaires engendrées par l'union des produits en présence. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la mannite monosodée.* Note de M. DE FORCRAND.

« I. J'ai préparé la mannite monosodée en ajoutant 1 équivalent de mannite très finement pulvérisée à une dissolution de 1 équivalent de sodium dans 5 ou 6 équivalents d'alcool éthylique absolu. On chauffe ensuite à l'ébullition au réfrigérant ascendant pendant huit ou dix heures. Enfin on distille jusqu'à ce que le ballon ne perde plus de poids. La mannite a remplacé l'alcool éthylique dans l'éthylate. Avec 23^{gr} de sodium et 182^{gr} de mannite, on obtient 204^{gr} de mannite monosodée.

» Analyse :

		Trouvé.	Calculé pour $C^{12}H^{13}NaO^{12}$.
Na pour 100	par l'alcalimétrie.........	11,09	11,27
	à l'état de sulfate........	11,03	

» La chaleur de dissolution de ce corps dans 4^{lit} d'eau (pour 204^{gr}) est de $+4^{Cal},86$ à $+11°$.

» J'ai trouvé, en outre, à la même température :

Pour la chaleur de dissolution de la mannite (dans 2^{lit})... $-4^{Cal},40$

et

$C^{12}H^{14}O^{12}$ ($1^{éq} = 2^{lit}$) + NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$)................ $+1^{Cal},005$ (¹)

» D'où l'on déduit

$$C^{12}H^{14}O^{12}\text{ sol.} + \text{Na sol.} = \text{H gaz} + C^{12}H^{13}NaO^{12}\text{ sol.} \ldots\ldots + 34^{Cal},82$$
$$C^{12}H^{14}O^{12}\text{ sol.} + \text{NaO sol.} = \text{HO sol.} + C^{12}H^{13}NaO^{12}\text{ sol.} \ldots\ldots + 19,96$$
$$C^{12}H^{14}O^{12}\text{ sol.} + NaHO^2\text{ sol.} = H^2O^2\text{ sol.} + C^{12}H^{13}NaO^{12}\text{ sol.} \ldots\ldots + 2,95$$

A partir des éléments, on aurait

$$C^{12}\text{ (diam.)} + H^{13}\text{ gaz} + \text{Na sol.} + O^{12}\text{ gaz} = C^{12}H^{13}NaO^{12}\text{ sol.} \ldots\ldots + 353^{Cal},32$$

» II. Comme tous les alcoolates sodiques précédemment étudiés, la mannite monosodée peut se combiner avec un excès d'alcool. On isole un de ces composés en recueillant le contenu du ballon après avoir chauffé au réfrigérant ascendant et avant de distiller. En enlevant seulement l'alcool

(¹) A d'autres températures, M. Berthelot avait trouvé, pour ces deux dernières réactions, les nombres $-4,60$ et $+1,107$.

liquide au moyen des plaques poreuses, on isole un corps cristallisé contenant 5,71 pour 100 de sodium : c'est la combinaison

$$C^{12}H^{13}NaO^{12} + 4C^4H^6O^2.$$

Je n'en ai pas fait l'étude thermique.

» III. Dans le but d'obtenir la mannite disodée, j'ai, dans la préparation précédente, doublé la quantité de sodium (46^{gr}) pour le même poids de mannite (182^{gr}); mais, au lieu d'avoir 226^{gr} de mannite disodée, j'ai trouvé 272^{gr} d'un produit blanc, pulvérulent, parfaitement homogène. Le poids est resté invariable d'abord à 130° dans un courant d'hydrogène sec, puis en maintenant le produit à 150° pendant plusieurs heures.

» L'analyse de ce nouveau composé a donné :

			Calculé pour	
			$C^{12}H^{12}Na^2O^{12}$.	$C^{12}H^{13}NaO^{12} + C^4H^5NaO^2$.
Na pour 100	par l'alcalimétrie...	17,01	20,35	16,91
	à l'état de sulfate...	17,22		

» Le poids de ce produit (272^{gr}) indiquait déjà que sa composition était celle du $C^{12}H^{13}NaO^{12} + C^4H^5NaO^2$, à moins que l'on ne soit en présence d'un mélange des deux alcoolates. Dans tous les cas, la seconde fonction de la mannite n'a pas déplacé l'alcool éthylique comme le fait la première, car la formule $C^{12}H^{12}Na^2O^{12} + C^4H^6O^2$ n'est pas acceptable, le poids restant constant même à 150°.

» La chaleur de dissolution de ce corps, à +12°, dans 8^{lit} d'eau, est de $+12^{Cal},60$. (Si c'était un mélange des deux alcoolates, et non une combinaison, on aurait $+4,86 + 13,47 = +18,33$.)

» D'autre part, le mélange des deux dissolutions de mannite monosodée et d'éthylate de sodium (chacune à $1^{éq} = 4^{lit}$) fournit, à la même température, $+0^{Cal},22$ (1).

» D'où l'on déduit :

$$C^{12}H^{13}NaO^{12}\text{ sol.} + C^4H^5NaO^2\text{ sol.} = C^{12}H^{13}NaO^{12}, C^4H^5NaO^2\text{ sol.} \ldots \quad +5^{Cal},95$$

(1) Ce nombre positif indique déjà une grande affinité des deux alcoolates l'un pour l'autre. Il faut remarquer, en effet, que l'addition de $C^4H^5NaO^2$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) à la mannite monosodée ($1^{éq} = 4^{lit}$) double la dilution de ce dernier alcoolate. Si l'on double cette dilution avec de l'eau pure, on trouve $-0^{Cal},34$. C'est donc, en réalité, un effet thermique positif égal à $+0,34 + 0,22 = +0^{Cal},56$ qui représenterait l'action de l'éthylate sur la mannite monosodée à l'état dissous sans augmentation de la dilution. Ce résultat fait déjà prévoir une chaleur de formation assez considérable de l'alcoolate double à l'état solide.

» IV. J'ai déjà rencontré plusieurs combinaisons de cet ordre (alcoolates doubles) produites par les glycérinate et érythrate sodiques ou potassiques, mais généralement la chaleur de formation de ces corps est plus faible (de $+ 1^{Cal}$ à $+ 2^{Cal}$). En outre, on ne connaît pas d'alcoolate double fourni par les dérivés des alcools mono-atomiques. Cette tendance paraît donc liée à l'existence de fonctions alcool libres, et elle est d'autant plus marquée que ces fonctions libres sont plus nombreuses. Peut-être est-elle due à de véritables combinaisons qu'elles formeraient avec l'alcoolate ajouté; on devrait alors la rattacher à la propriété générale que possède la fonction alcool de s'unir avec les alcoolates iodiques, soit dans la même molécule, soit dans deux molécules distinctes.

» V. Quoi qu'il en soit, l'expérience montre que la seconde fonction de la mannite ne déplace pas l'alcool éthylique; il est donc probable qu'elle est *plus faible* que la première, et que l'on aurait

$$C^{12}H^{13}NaO^{12}\ \text{sol.} + Na\ \text{sol.} = H\ \text{gaz} + C^{12}H^{12}Na^2O^{12}\ \text{sol} \ldots\ldots < +34,82$$

» Nous retrouvons donc, pour la mannite, les deux faits généraux signalés pour le glycol, la glycérine et l'érythrite :

» 1° La première fonction des alcools polyatomiques donne avec Na un nombre supérieur à $+ 32^{Cal}$.

» 2° La seconde paraît plus faible que la première, et, dans tous les cas observés, elle fournit un nombre plus petit que $+ 32^{Cal}$, cette dernière valeur pouvant être considérée comme caractéristique de la valeur constante de la fonction alcool primaire des alcools mono-atomiques solides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation, dans l'économie, de l'acide sulfanilique en acide sulfanilocarbamique*. Note de M. **J. Ville**, présentée par M. Friedel.

« Dans des recherches en cours d'exécution sur l'action physiologique de l'acide sulfanilique, j'ai été conduit à étudier l'élimination de cette amine acide.

» Salkowski ayant montré que la taurine $C^2H^4\begin{cases}AzH^2\\SO^3H\end{cases}$ ingérée se retrouve partiellement dans les urines à l'état d'acide taurocarbamique

$C^2H^4\left\langle\begin{matrix}AzH\text{-}CO.AzH^2\\SO^3H\end{matrix}\right.$ [1], il était intéressant de voir si l'acide sulfanilique $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}AzH^2\\SO^3H\end{matrix}\right.$ subit dans l'économie une modification analogue et passe, après son ingestion, dans les urines à l'état d'acide uramique, d'*acide sulfanilocarbamique* $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}AzH\text{-}CO.AzH^2\\SO^3H\end{matrix}\right.$, acide dont j'ai réalisé la synthèse dans une Note précédente que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 868).

» En opérant sur des chiens auxquels était administré de l'acide sulfanilique mélangé aux aliments habituels, j'ai pu constater que ce corps passe en partie dans les urines à l'état de sulfanilocarbamate alcalin; le reste s'y retrouve à l'état de sulfanilate.

» Voici comment on peut opérer pour l'extraction de ces deux produits d'élimination.

» *Extraction de l'acide sulfanilocarbamique.* — L'urine évaporée au bain-marie en consistance sirupeuse est traitée par quatre à cinq fois son volume d'alcool absolu, ajouté goutte à goutte et en agitant sans cesse pour éviter la formation de grumeaux. Il se produit un précipité assez abondant (A). Après un repos de vingt-quatre heures, ce précipité est recueilli sur un filtre et lavé à l'alcool concentré de manière à entraîner l'urée mécaniquement retenue. On réunit l'alcool de lavage au liquide alcoolique séparé par filtration; cette liqueur (B) est mise de côté pour en extraire l'acide sulfanilique qu'elle contient à l'état de sulfanilate.

» Le précipité A, qui renferme l'acide sulfanilocarbamique à l'état de sel alcalin, est séché dans le vide sur l'acide sulfurique. On le dissout dans la plus petite quantité d'eau et l'on ajoute un excès d'acide sulfurique étendu et d'alcool concentré. Il se dépose un précipité (A') essentiellement formé par du sulfate de potassium et de l'acide sulfanilique. On laisse reposer pendant vingt-quatre heures et l'on filtre. La liqueur alcoolique filtrée renferme l'acide sulfanilocarbamique.

» Ce liquide alcoolique est abandonné à l'évaporation dans le vide sur l'acide sulfurique. Le sirop acide qui reste est additionné d'eau et neutralisé par du carbonate de baryum. On filtre et l'on précipite le baryum, dans la solution filtrée, par une quantité exactement calculée d'acide sulfurique.

» La liqueur séparée du sulfate de baryum par filtration renferme de l'acide chlorhydrique que l'on précipite par du carbonate d'argent. On traite la liqueur filtrée par un courant d'hydrogène sulfuré, on filtre, on porte à l'ébullition et l'on évapore au bain-marie. Le résidu est épuisé par l'alcool absolu qui dissout l'acide sulfanilocarbamique et le sépare des traces d'acide sulfanilique qui auraient pu être entraînées dans la série des opérations. On évapore la liqueur alcoolique. Le nouveau résidu

---

(1) *Deut. ch. Gesell.*, t. VI, p. 744; 1873.

est dissous dans l'eau et la solution aqueuse, décolorée au noir animal pur, est placée dans le vide sur l'acide sulfurique.

» On obtient ainsi un produit cristallisé offrant tous les caractères de l'acide sulfanilocarbamique.

» Il se présente sous la forme de lamelles penniformes très solubles dans l'eau, assez facilement solubles dans l'alcool absolu, complètement insolubles dans l'éther, le chloroforme et la benzine.

» La solution aqueuse est décomposée par l'hypobromite de sodium avec un abondant dégagement d'azote. Portée à l'ébullition après addition d'un petit fragment d'iode, elle se colore en rouge orange foncé.

» Quand on chauffe ce corps en vase clos, vers 135° ou 140°, avec un excès d'eau de baryte, il se dédouble en ammoniaque, acide carbonique et acide sulfanilique, ces deux derniers se transformant en sels de baryum.

$$C^7H^8Az^2SO^4 + H^2O = AzH^3 + CO^2 + C^6H^4.AzH^2.SO^3H.$$

» Enfin l'analyse confirme les données précédentes et montre que ce corps, extrait de l'urine, est de l'*acide sulfanilocarbamique*

$$C^6H^4\begin{cases}AzH-CO.AzH^2\\SO^3H\end{cases}.$$

(La moyenne de plusieurs dosages pour le soufre et l'azote a été en centièmes : S, 14,63; Az, 12,78. Théorie : S, 14,82; Az, 12,96.)

» *Extraction de l'acide sulfanilique.* — La liqueur alcoolique B renferme de l'acide sulfanilique à l'état de sel alcalin : on sépare l'alcool par distillation; le résidu aqueux, additionné d'acide chlorhydrique, donne un précipité cristallisé que l'on purifie par plusieurs cristallisations, après décoloration au noir animal lavé. On obtient ainsi des lamelles rhombiques brillantes d'acide sulfanilique.

» On peut également extraire de l'acide sulfanilique du précipité A′, obtenu en traitant la solution aqueuse concentrée du précipité A par un excès d'acide sulfurique étendu et de l'alcool concentré. Ce précipité A′, essentiellement constitué par du sulfate de potassium et de l'acide sulfanilique, est dissous à chaud dans l'eau et neutralisé par du carbonate de baryum. On filtre pour séparer le sulfate de baryum formé et la solution aqueuse, concentrée par évaporation au bain-marie, donne, par addition d'acide chlorhydrique, un précipité de lamelles rhombiques brillantes d'acide sulfanilique, que l'on purifie par plusieurs cristallisations, après décoloration au noir animal lavé.

» Ainsi, l'acide sulfanilique, dans son passage à travers l'économie, subit une modification analogue à celle observée par Salkowski pour la

taurine. Cette amine acide se transforme partiellement en acide uramique, en *acide sulfanilocarbamique* ([1]), qui s'élimine par les urines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude chimique des corps chlorophylliens du péricarpe de raisin.* Note de M. A. ETARD, présentée par M. Henri Moissan.

« On admet couramment que, dans les végétaux supérieurs, la synthèse organique se fait exclusivement dans les corps chlorophylliens. Ceux-ci partant de l'acide carbonique, de l'eau et de l'ammoniaque, édifient les composés nécessaires aux transformations de la vie.

» Mais il n'a pas été possible de préciser davantage, d'établir la nature chimique des substances disséminées dans le protoplasma ou localisées dans les grains à chlorophylle. On sait seulement que ces grains ont une consistance molle, forment rapidement de l'amidon et contiennent une matière huileuse.

» Par un ensemble de recherches, en cours depuis plusieurs années, je me suis efforcé de déterminer la formule, et même la fonction chimique des corps qui, intimement associés à la chlorophylle, paraissent être les premiers produits dont elle provoque la formation. Mes premières recherches ont porté plus particulièrement sur le péricarpe du raisin. Quand on examine au microscope des coupes minces de feuilles vertes ou de ce péricarpe de raisin, en faisant passer entre les lamelles du sulfure de carbone, le protoplasma gorgé de solutions aqueuses ne subit aucune action visible, mais les corpuscules verts se détergent, laissant voir par des stries de densités différentes, teintées de vert, que le sulfure les dissout en partie.

» Les extraits sulfocarboniques, d'après cette expérience, doivent être considérés comme chargés de la chlorophylle et d'une partie des principes qui l'accompagnent. Par raison de solubilité, ces extraits ne peuvent contenir aucune trace des sucres, gommes, sels et acides dissous dans le suc cellulaire et dans l'eau, qui est le véhicule des échanges du protoplasma incolore.

» En vue de faire une analyse suffisante, il est impossible de se contenter de quelques kilogrammes de substances fraîches, il convient de

---

([1]) On pourrait donner à ce corps le nom d'*acide uramidosulfanilique;* nous avons cru préférable de choisir celui d'*acide sulfanilocarbamique,* pour rappeler l'analogie qu'offre ce composé avec l'acide taurocarbamique de Salkowski.

partir de 100^{kg} de plante au moins; par dessiccation, on a ainsi de 5^{kg} à 10^{kg} de matière sèche, laissant de 0^{kg},300 à 1^{kg},000 d'extrait concret.

» Dans un essai industriel, ayant pour but d'isoler le bouquet du vin, M. O. de Rawton, après avoir traité une grande quantité de marc de vin blanc, a bien voulu mettre à ma disposition quelques grammes d'une matière blanche dont la composition encore inconnue sera établie plus loin, et une tourie de macération sulfocarbonique. Malgré la fermentation subie par la préparation industrielle, j'ai trouvé l'extrait solide identique à celui préparé dans mon laboratoire avec des coques de raisin blanc récemment desséchées. C'est dans les deux cas une matière verte très chlorophlylienne, ayant la consistance du suif. Après de nombreux essais, j'ai pu établir l'existence dans cette matière d'une très forte quantité d'acide palmitique libre. Si l'on sacrifie les autres substances, on peut isoler ce dernier par une distillation dans le vide, qui rend 85 pour 100 de son poids d'acides parfaitement incolores. Dans le produit distillé, on trouve, mêlé à l'acide palmitique solide, une petite proportion d'acides non saturés, liquides, à sels plombiques, solubles dans l'éther. L'acide palmitique a été nettement caractérisé par son point de fusion, son point d'ébullition, par son analyse et par ses différents sels.

» Quand on traite l'extrait sulfocarbonique vert par la potasse alcoolique exempte de soude et qu'on étend ensuite d'eau, l'acide gras et la chlorophylle restent dans les solutions palmitiques saponifiées. Par filtration, on isole une matière blanche soluble dans l'éther, qui la laisse déposer en longues aiguilles fusibles à 304°, ayant en solution éthérée une rotation droite $\alpha_\delta = +60°8$. Je propose de donner à cette nouvelle substance le nom d'*œnocarpol* (¹).

» En chauffant ce composé à 130° en tube scellé en présence d'anhydride acétique, j'ai pu obtenir un dérivé acétyle fusible à 215° contenant d'après l'analyse 24,4 d'acétyle. Ces mesures assignent à l'œnocarpol la formule d'une glycérine, ou même d'une érythrite élevée, si l'on tient compte de l'eau

$$C^{26}H^{39}(OH)^3, H^2O.$$

(¹) Elle a fourni à l'analyse : Perte par dessiccation 4,3 pour 100.
Dosage de la matière sèche :

C............	77,4	77,0	77,7	77,7	77,1
H............	10,4	11,1	10,7	10,0	10,6

» L'œnocarpol contient un radical d'une stabilité peu commune, car, lorsqu'on le chauffe, après avoir perdu de l'eau, il distille en presque totalité à 405° (thermomètre Baudin) sous la forme d'un carbure générateur $C^{26}H^{36}$, d'aspect balsamique comme les polyterpènes et d'une odeur tenace. Il est susceptible de s'hydrater lentement pour donner de beaux cristaux fusibles à 175°, contenant C = 87,4 H = 10,3, formule

$$(C^{26}H^{36})^2H^2O.$$

» Le radical de l'œnocarpol peut ainsi perdre de l'eau et en reprendre. L'œnocarpol lui-même, $C^{26}H^{39}(OH)^3, H^2O$, peut augmenter sa basicité d'hydratation. En présence de la potasse, il fixe une molécule de cet alcali pour donner des aiguilles brillantes, infusibles, peu solubles (C = 66,2; H = 9,4; K = 7,9), dont la formule $C^{26}H^{39}(OH)^3.KOH.H^2O$ pourrait aussi être mise sous la forme $C^{26}H^{41}(OH)^4(OK)$, ce qui se rapprocherait du type de formule des sucres.

» Par des précipitations convenables, on convertit le sel potassique ci-dessus en dérivés métalliques analysés, auxquels on peut assigner les formules

$$2(C^{26}H^{42}O^3, H^2O)3AgOH, \qquad 2(C^{26}H^{42}O^3PbO)Pb(OH)^2.$$

Ceux-ci, par l'hydrogène sulfuré, régénèrent l'œnocarpol hydraté.

» L'oxydation chromique convertit, d'après son analyse, l'œnocarpol en un acide amorphe $C^{26}H^{42}O^5$ laissant distiller un baume et saturant les carbonates alcalins.

» Enfin, des extraits sulfocarboniques primitifs traités par l'acétate de plomb, puis par un courant d'hydrogène sulfuré, il est possible d'isoler, par l'action des dissolvants neutres, une palmitine de l'œnocarpol fusible à 272° et saponifiable.

» En résumé, il existe, dans les corps chlorophylliens du péricarpe du raisin, une quantité considérable d'acide palmitique en partie combiné à une substance à molécule élevée, se prêtant sans doute aisément aux transformations de la vie organique par la mobilité de ses propriétés d'hydratation. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur l'adhérence aux feuilles des plantes, et notamment aux feuilles de la pomme de terre, des composés cuivriques destinés à combattre leurs maladies.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Schlœsing.

« La campagne agricole de 1890 a, dans l'est de la France, souffert gravement, en juillet et en août, de la persistance des pluies; la lutte contre le *Phytophtora infestans* (maladie ordinaire de la pomme de terre) a notamment, sous l'influence de ces pluies, rencontré quelques insuccès; traitées par diverses compositions cuivriques, par la bouillie bordelaise en général, les feuilles de la pomme de terre, lavées par les eaux météoriques, ont abandonné la plus grande partie de l'agent préservateur qu'elles avaient reçu, et, sur ces feuilles ainsi dégarnies, le champignon parasite s'est développé en liberté; la récolte a été perdue.

» A la suite de ces accidents, j'ai pensé qu'il serait intéressant de rechercher si, parmi les compositions cuivriques proposées pour combattre les maladies parasitaires des plantes, de la pomme de terre, par exemple, il en est qui possèdent une faculté d'adhérence aux feuilles particulièrement remarquable, et sur l'effet utile desquelles on puisse, par conséquent, faire fonds plus particulièrement aussi.

» Pour éclairer cette question, j'ai, en 1891, institué une série d'expériences méthodiques consistant à soumettre à l'action de pluies artificielles, d'une intensité et d'une durée calculées, des pommes de terre en pleine végétation, préalablement traitées par diverses compositions cuivriques, pour, avant et après l'action de ces pluies, déterminer par l'analyse chimique les quantités de cuivre que le traitement avait déposées sur les feuilles et celles dont ces feuilles restaient couvertes à la suite des lavages ainsi réalisés.

» Au mois de janvier 1891, cent tubercules égaux de la variété Aurora ont été plantés isolément dans de grands pots numérotés et placés en serre tempérée; au mois d'avril, les cent pieds étaient en pleine végétation, la floraison commençait, les fanes s'élevaient à 60^{cm} de hauteur; les plantes, en un mot, étaient bonnes à traiter.

» Parmi les compositions cuivriques proposées pour combattre la maladie, j'en ai choisi six que l'on peut considérer comme les plus répandues et dont je donne ici les noms usuels et la composition.

	Bouillie cupro-calcaire dite bordelaise.	Bouillie cupro-calcaire pauvre en chaux.	Bouillie (1) cupro-calcaire alumineuse.	Bouillie cupro-sodique.	Bouillie (2) cupro-calcaire sucrée.	Bouillie (3) au verdet.
Sulfate de cuivre.........	2^{kg}	2^{kg}	2^{kg}	2^{kg}	2^{kg}	»
Verdet..................	»	»	»	»	»	$1^{kg},600$
Chaux (pesée à l'état vif).	2^{kg}	1^{kg}	3^{kg}	»	2^{kg}	»
Sulfate d'alumine........	»	»	1^{kg}	»	»	»
Cristaux de soude........	»	»	»	3^{kg}	»	»
Mélasse.................	»	»	»	»	2^{kg}	»
Eau....................	100^{lit}	100^{lit}	100^{lit}	100^{lit}	100^{lit}	100^{lit}

» Afin de soumettre les pieds de pomme de terre, traités par ces six compositions, à des épreuves comparables à celles qu'elles auraient pu subir du fait des phénomènes météorologiques naturels, j'ai, sur les conseils de MM. Mascart et Angot, adopté trois types de pluie très différents; en premier lieu, une pluie d'orage violente, correspondant à la chute de 17^{mm} d'eau en vingt-deux minutes; en second lieu, une pluie forte correspondant à la chute de 15^{mm} d'eau en six heures; en dernier lieu, enfin, une pluie douce correspondant à une chute de 10^{mm} en vingt-quatre heures.

» Pour répandre ces pluies avec uniformité et précision, j'ai, sur les dessins de M. Schlœsing, fait construire par un habile mécanicien, M. Cazaubon, un appareil d'arrosage, constitué essentiellement par un cône aplati, renversé, de $1^{m},50$ de diamètre, tournant, à 3^{m} de hauteur, sous l'action d'un moteur hydraulique, à la vitesse de huit tours à la minute, et dont la surface latérale est découpée suivant une spire calculée de telle façon que, par les bords dentelés qui terminent la découpure, l'eau reçue à la circonférence s'écoule, à l'état de gouttes uniformément réparties sur toute la surface inférieure.

» Sur douze pieds de pomme de terre, à la fois, une des six compositions ci-dessus était alors épandue à l'aide d'un pulvérisateur; puis sur le tiers du lot ainsi traité, sur quatre pieds par conséquent, j'enlevais la moitié des feuilles pour y doser le cuivre déposé par le traitement; cela fait, les quatre pieds étaient, sous l'appareil précédent, soumis pendant vingt-deux minutes à la pluie d'orage; la deuxième moitié des feuilles était alors arrachée à son tour, et analysée comparativement avec la première.

» Quatre pieds du même lot étaient ensuite soumis, pendant six heures, à l'action de la pluie forte; les quatre derniers enfin, soumis pendant vingt-quatre heures à l'action de la pluie douce, et les feuilles, pour chaque opération, récoltées dans les mêmes conditions.

---

(1) J'avais pensé que la faculté de mordançage propre aux composés alumineux donnerait à cette bouillie des qualités spéciales, il n'en a rien été.

(2) Cette composition a été proposée par M. Michel Perret.

(3) Le verdet dont il s'agit est l'acétate de cuivre bibasique de M. Bencker.

» Répétées pour les six compositions ci-dessus indiquées, ces trois épreuves ont fourni, en somme, 36 lots de feuilles correspondant à l'état de la plante, les uns avant, les autres après chaque pluie.

» Desséchés à 100° et analysés par les procédés ordinaires, ces 36 lots ont donné des résultats qui, pour chaque composition et pour chaque sorte de pluie, accusent une perte d'agent préservateur qui, exprimée en centièmes du cuivre déposé sur les feuilles par le traitement, est :

	Pluies d'orage de 22 minutes.	Pluies forte de 6 heures.	Pluies douce de 24 heures.
Bouillie cupro-calcaire ordinaire	50,9	34,5	13,2
» » faible en chaux	35,3	35,2	16,5
» » alumineuse	32,7	24,5	15,9
» cupro-sodique	19,7	15,9	7,7
» cupro-calcaire sucrée	11,2	nulle	nulle
» au verdet	17,2	17,3	10,2

» Des chiffres qui précèdent, il résulte :

» 1° Que les compositions cuivriques proposées pour combattre la maladie de la pomme de terre ont des facultés d'adhérence aux feuilles très différentes;

2° Que c'est sous l'action des pluies violentes surtout, et par entraînement mécanique, que le cuivre déposé disparaît en partie;

» 3° Que, parmi ces compositions, celle qui fléchit le plus est la bouillie cupro-calcaire, dite *bouillie bordelaise*; que la diminution de la proportion de chaux en augmente un peu la solidité; qu'enfin, l'addition des composés alumineux ne produit pas d'amélioration sensible.

» 4° Que la bouillie cupro-sodique d'une part, la bouillie au verdet d'une autre ont une faculté d'adhérence presque double de celles que possèdent les bouillies précédentes et que, par-dessus toutes les autres, la bouillie cupro-calcaire sucrée de M. Michel Perret résiste à l'action des pluies avec une force inattendue.

» C'est donc à l'une ou à l'autre de ces trois compositions, de préférence à celle-ci, que, suivant leurs convenances personnelles, devront s'adresser, dorénavant, les cultivateurs soucieux de garantir leurs champs de pomme de terre contre la maladie. »

ZOOLOGIE. — *Développement de l'organe vibratile chez les Ascidies composées.* Note de M. A. Pizon, présentée par M. Milne Edwards.

« Il existe, comme on sait, chez les Tuniciers, un organe glandulaire plus ou moins volumineux, situé dans la région dorsale, au voisinage du ganglion, et qui se continue par un pavillon cilié s'ouvrant largement à la partie tout à fait antérieure de la cavité branchiale. Les différentes dénominations qui ont été appliquées successivement à cet organe : *tubercule antérieur* (Savigny), *organe olfactif* (Hancock, Fol, etc.), *glande hypophysaire* (Julin), *organe hypoganglionnaire* (Maurice), *organe dorsal* (Haufmann), *organe vibratile* indiquent assez que les hypothèses les plus diverses ont été faites sur la nature et le rôle de cet organe.

» Au surplus, la glande et même son conduit présentent de telles variations dans leur volume, leur forme et leur position par rapport au ganglion, que l'étude du développement de l'organe peut seule fournir des indications précises sur son véritable rôle.

» J'ai fait cette étude chez plusieurs espèces d'Ascidies composées appartenant à cinq familles différentes : les Botryllidés, les Polyclinidés, les Didemnidés, les Diplosomidés, les Pérophores et les Clavelines ([1]).

» I. Botryllidés (bourgeons et larves de *B. violaceus* et de *B. smaragdus;* bourgeons de *Botrylloïdes rubrum* et de diverses espèces de Botrylles).

» *Premier stade.* — Quand la vésicule endodermique primitive commence à se diviser en trois par deux sillons latéraux, elle envoie, du côté dorsal, un diverticule qui s'allonge peu à peu sous l'ectoderme et se termine en cul-de-sac à la partie antérieure de la vésicule médiane.

» *Deuxième stade.* — Le cul-de-sac antérieur de ce diverticule dorsal s'ouvre dans la vésicule médiane (future cavité branchiale), tout près de l'ébauche de l'ouverture branchiale. Néanmoins, il possède encore, à ce moment, sa communication postérieure avec la vésicule primitive au point où il a pris naissance, communication qui se trouve être à ce moment, par suite des progrès du développement du bourgeon, tout au voisinage de l'ébauche de l'ouverture cloacale.

» *Troisième stade.* — L'ouverture postérieure s'oblitère, le tube subit une atro-

---

([1]) Je désignerai moi-même cet organe (glande et tube réunis) sous les noms d'*organe vibratile* ou d'*organe dorsal,* parce que ces termes ne préjugent rien quant à sa nature.

phie graduelle à sa partie postérieure et se présente dès lors comme un diverticule de la vésicule branchiale dans laquelle il s'ouvre toujours largement à sa partie antérieure; c'est cette dernière qui se différencie en « pavillon vibratile ».

» Chez la larve, un profond sillon ectodermique médio-dorsal s'étend de l'une à l'autre des deux futures ouvertures; le diverticule dorsal s'étend parallèlement à ce sillon et a la même longueur que lui au deuxième stade; il est donc pris entre l'ectoderme d'une part, le tube nerveux de l'autre.

» II. Famille des Polyclinidés. — Bourgeons de *Circinalium concrescens* (Giard) et d'*Amaroecium proliferum* (Milne Edwards). — *Premier stade.* — La vésicule primitive présente deux diverticules latéraux (sacs péribranchiaux), deux diverticules postérieurs (tubes épicardiques) et un diverticule dorsal, qui s'allonge en avant sous l'ectoderme.

» *Deuxième stade.* — Quand les deux sacs épicardiques se montrent réunis postérieurement et commencent à s'allonger dans le jeune pédoncule, tout en étant encore en communication avec la vésicule primitive, on trouve encore le *diverticule endodermique dorsal* terminé en cul-de-sac à la partie antérieure du bourgeon, sur la face dorsale de la future vésicule branchiale et sous l'ectoderme. Un peu plus bas, il passe entre les parois de la vésicule branchiale et la paroi interne des deux sacs péribranchiaux fusionnés perd bientôt sa lumière centrale et se continue par un petit cordon cellulaire effilé, qui va se terminer sur les parois du cloaque, non loin de l'extrémité supérieure de deux autres petits cordons, qui sont les conduits rudimentaires des glandes génitales.

» Le diverticule dorsal a donc perdu sa communication postérieure avec *la vésicule endodermique* qui lui a donné naissance.

» Dans sa région antérieure et sur sa face dorsale se montre un petit cordon cellulaire plein, qui constitue le système nerveux embryonnaire.

» *Troisième stade.* — Le cul-de-sac antérieur du diverticule dorsal vient s'ouvrir dans la vésicule branchiale tout à fait à la partie antérieure de celle-ci, et se différencie en « pavillon vibratile », qui reste relié au cordon cellulaire qui lui fait suite.

» C'est ce diverticule endodermique dorsal qui constitue l'organe vibratile dont Kovalevsky a vu quelques stades avancés chez les bourgeons de l'*Amaroecium proliferum* et qu'il a regardé comme un tube nerveux.

» III. Famille des Diplosomidés et des Didemnidés. — Les bourgeons que j'ai étudiés sont ceux de l'*Astellium spongiforme* (Giard) appartenant à la première famille et ceux des *Didemnum cereum* (Giard) et *Didemnum niveum* (Giard).

» Chez ces trois espèces, j'ai vu l'organe vibratile rudimentaire sous la forme d'un tube dorsal terminé en avant par un cul-de-sac et en arrière par un long cordon plein effilé (deuxième stade des Botryllidés et des Polyclinidés); il est surmonté d'un petit cordon cellulaire qui représente le système nerveux primitif.

» Le tube continue de s'allonger à sa partie antérieure, s'ouvre dans la vésicule branchiale et se différencie en un pavillon vibratile, qui se continue postérieurement par le reste du tube primitif, reste qui s'atrophie graduellement (troisième stade des Botryllidés et des Polyclinidés). C'est encore ce tube que Kovalevsky a regardé comme un tube nerveux chez le bourgeon du *Didemnum styliferum*.

» Je n'ai pu réussir à observer si, chez ces espèces, le tube dorsal est une dépendance de la vésicule endodermique du bourgeon thoracique; mais cette lacune est heureusement comblée par les observations de Ganin.

» Ce naturaliste a vu chez les bourgeons du *Didemnum gelatinosum* (Gegenbauer) (rattaché aujourd'hui à la famille des Diplosomidés par Lahille) un diverticule dorsal de la vésicule endodermique du bourgeon thoracique qu'il a qualifiée de *vésicule médullaire* et qui n'est en réalité que le premier rudiment de l'organe vibratile.

» C'est cette même vésicule médullaire qu'il a décrite chez les bourgeons des Botryllés où elle constitue également l'organe vibratile embryonnaire.

» IV. Pérophore et Claveline (bourgeons de *P. Listeri* et de *Cl. Rissoana*). — *Premier stade.* La vésicule endodermique primitive envoie un diverticule dorsal comme chez les familles précédentes; Kovalevsky l'a observé chez les bourgeons du *Perophora Listeri* et l'a qualifié de *tube neural primitif*.

» *Deuxième et troisième stade.* — Ils correspondent exactement à ceux du même ordre que j'ai décrits chez les Polyclinidés, les Didemnidés et les Diplosomidés; le système nerveux primitif est aussi un petit cordon cellulaire adjacent à la face supérieure du tube de l'organe vibratile.

» En résumé, chez les Ascidies composées, l'organe vibratile débute par un tube aveugle, formé par un diverticule de la vésicule endodermique primitive et qui s'ouvre secondairement dans la vésicule branchiale, tandis que sa partie postérieure subit une atrophie plus ou moins rapide. L'organe vibratile n'étant pas formé par une invagination buccale, contrairement à ce que V. Beneden et Julin ont décrit chez les Clavelines, l'homologie qu'ils ont établie avec l'hypophyse des Vertébrés ne peut être maintenue.

» Étant donné son apparition précoce, en même temps que le péricarde, les sacs péribranchiaux et les tubes épicardiques, l'organe vibratile doit être considéré comme un organe éminemment ancestral qui a joué vraisemblablement un rôle important chez les formes primitives des Tuniciers.

» Mais l'étude de ces variations pendant la durée totale de l'évolution d'un même ascidiozoïde, l'atrophie progressive qu'il subit et qui arrive à être presque complète chez certaines formes (Didemnidés) m'ont conduit à admettre que cet organe ancestral est actuellement en voie de disparition et qu'il ne remplit plus de fonction importante chez les Tuniciers d'aujourd'hui. »

ZOOLOGIE. — *Le Criquet pèlerin* (Schistocerca peregrina, *Oliv.*) *et ses changements de coloration. — Rôle des pigments dans les phénomènes d'histolyse et d'histogenèse qui accompagnent la métamorphose.* Note de M. **Kunckel d'Herculais**, présentée par M. E. Blanchard.

« De l'enquête à laquelle s'est livré M. de Selys-Longchamps (1877) sur les apparitions en Europe des Criquets pèlerins, enquête dans laquelle il reproduit les opinions des savants entomologistes Brunner de Wattenwil, Bolivar, Mac Lachlan, Scudder, découle cette conclusion, c'est que le Criquet pèlerin a deux variétés : l'une jaune, originaire du nord de l'Afrique (Égypte, Algérie) et observée à Corfou en 1866; l'autre rose, originaire du Sénégal, se trouvant également au Sennaar, dans l'Inde, observée dans le sud-ouest de l'Espagne (1876) et dans les Iles Britanniques (1869). M. Brunner, dans son *Prodromus der Europäischen Orthopteren* (1882), tout en élargissant le cercle d'habitat de l'insecte, reproduit cette conclusion. Je ferai remarquer que la variété rose ou rougeâtre, capturée en Arabie, a été mentionnée par Olivier dans sa description originale de l'espèce (1807), qu'elle a été figurée par Andinet-Serville (1839), par Lallemant (1866), et signalée par une foule d'observateurs des invasions en Algérie (1845, 1866).

» Auteurs et observateurs se sont mépris : les spécimens de coloration rose ou jaune ne constituent pas des variétés fixées d'une même espèce; chaque individu passe successivement par une série de teintes qui caractérisent les diverses phases de son existence. Voici, d'ailleurs, le résultat de mes études.

» Dès le début de l'invasion dans le Sud algérien, je me suis transporté à Biskra (mars 1891) pour suivre l'évolution des Criquets pèlerins. Je fis alors des observations qui me permirent d'établir que les changements de coloration subis par ces insectes depuis leur métamorphose, c'est-à-dire le passage du rose au rouge, au rouge vineux, au gris, à la teinte terre de Sienne, au jaune, délimitaient autant de stades évolutifs et pouvaient servir de criterium pour déterminer, d'une part, le point d'origine des invasions, d'autre part, l'époque où pouvaient s'effectuer les premières pontes.

» Les Criquets pèlerins des vols signalés en décembre dans l'extrême

sud étaient de couleur rouge carmin; ils étaient nés roses au moins un mois auparavant; ils s'étaient développés au moins à trente jours de marche en arrière. Ils mettaient plusieurs semaines à prendre la teinte jaune; ils ne pouvaient déposer leurs œufs qu'au bout de deux mois au plus tôt. Lorsque la coloration est devenue terre de Sienne, la pariade et l'accouplement commencent; lorsque la coloration est passée au jaune, pariade et accouplement se renouvellent. Il peut y avoir pariade entre mâles jaunes et femelles terre de Sienne et inversement. Les Criquets de coloration rouge qui ne sont ni appariés, ni accouplés, et qui, par conséquent, ne sont pas en état de pondre, sont ceux que les habitants du Sahara recueillent et mangent; ce sont également ceux qui peuvent sans étapes franchir d'énormes distances.

» Si nous cherchons à interpréter les changements de coloration des Criquets pèlerins depuis leur naissance jusqu'à leur mort, nous sommes conduits à des déductions physiologiques intéressantes.

» En effet, lors de la première mue, qui s'effectue immédiatement après l'éclosion, les jeunes sont blanc-verdâtre; sous l'influence de la lumière, ils brunissent et passent au noir avec des taches blanches ou jaunâtres; à la deuxième mue, les colorations roses apparaissent, notamment sur les côtés du corps; à la troisième mue, les teintes roses augmentent; à la quatrième mue, elles prédominent, mais, peu à peu, elles font place à des teintes jaunes; il en est de même après la cinquième et la sixième mue, l'insecte adulte apparaissant alors avec une livrée du rôle le plus tendre. En résumé, on peut constater que, dans les moments qui précèdent et suivent la mue, les insectes ont leur pigment coloré en rose, et que ce pigment change de ton, en passant successivement par des nuances diverses pour arriver au jaune, en un temps plus ou moins long. L'apparition des teintes jaunes chez les jeunes et chez les adultes est donc en réalité une conséquence du vieillissement.

» Chose digne de remarque et qui indique bien que ces modifications de coloration des pigments sont l'expression des phénomènes d'histolyse et d'histogenèse s'accomplissant lors des mues et de la métamorphose, c'est qu'après chacune de ces phases les Acridiens rejettent des excréments colorés en rose. Les dépouilles tégumentaires abandonnées à la suite de chaque mue sont incolores sur toutes les parties qui ne sont pas colorées en noir; les taches et les dessins noirs sont seuls indiqués. L'action de la lumière est manifeste, de jeunes Criquets pèlerins élevés à l'ombre, n'acquièrent jamais les teintes vives, d'un jaune citron, de leurs frères élevés en plein

soleil. Il est à observer que les Acridiens jeunes ou adultes, soumis à la dessiccation rapide par le feu ou plongés vivants dans l'alcool, redeviennent rouges; il y a là évidemment un phénomène de déshydratation qui fait reparaître les teintes primordiales ; la matière pigmentaire se dissout dans l'alcool et la solution se colore en rouge.

» Ces diverses particularités donnent lieu de supposer qu'on se trouve en présence de la *zoonérythrine*, ou d'un de ses dérivés, du groupe des *lipochromes* de Krukenherg; la zoonérythrine est cette substance colorante rouge découverte par C. de Méréjkowsky (1881), chez une foule d'Invertébrés, notamment chez les Crustacés, mais qu'il n'a pas signalée chez les Insectes, substance qui jouerait, d'après lui, chez les Invertébrés le même rôle que l'hémoglobine chez les Vertébrés (1).

» On voit par là combien offrirait d'intérêt l'étude des pigments des Insectes; l'examen histochimique et physiologique des modifications de coloration que subissent les pigments pendant la vie évolutive des animaux articulés définirait leur étroite corrélation avec les phénomènes d'accroissement et de transformation des tissus qui accompagnent les mues et la métamorphose. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Réveil et extinction de l'activité cambiale dans les arbres*. Note de M. **Émile Mer**, présentée par M. Duchartre.

« Parmi les nombreuses questions que soulève l'étude de l'activité cambiale des arbres, il en est une particulièrement intéressante : c'est celle qui est relative à la marche de son réveil et de son extinction périodiques. Au sortir du repos hivernal, l'assise génératrice libéro-ligneuse se remet-elle à fonctionner en même temps dans toutes les régions d'un arbre, ou bien ne le fait-elle que successivement, et, dans ce cas, suit-elle une marche déterminée? D'autre part, à la fin de l'été, suspend-elle son activité simultanément dans tous les organes, ou successivement; et alors dans quel ordre? Enfin l'allure du réveil et de l'extinction n'est-elle pas

---

(1) Il lui a donné tout d'abord le nom de *tétronérythrine* (*Comptes rendus*, décembre 1881), puis celui de *zoonérythrine* (*Bul. Soc. zool. de Fr.*, 1883; p. 81. — *Nouvelles recherches sur la* ZOONÉRYTHRINE *et autres pigments animaux*. — *Matériaux pour la connaissance des pigments animaux*. Saint-Pétersbourg, 1883. En russe).

sujette à varier? C'est pour résoudre ces questions que j'ai entrepris les recherches dont je vais exposer les résultats.

» Pour connaître la marche du réveil de l'activité cambiale dans toutes les régions d'un arbre, j'ai examiné des sujets d'espèces et d'âges différents (Chêne, Hêtre, Charme, Tilleul, Peuplier, Sapin), placés dans des situations variées, par conséquent de vigueurs végétatives fort diverses.

» 1° *Jeunes arbres de 25 ans et au-dessous, vivant en massif.* — Dans tous ces arbres, j'ai vu l'activité cambiale commencer par les pousses les plus jeunes des rameaux et de la tige; de là elle s'étendait, tantôt successivement, tantôt presque simultanément dans les parties plus âgées des branches, ainsi que dans les régions médiane et basse du tronc. Elle ne débutait dans les racines que dix à quinze jours plus tard, apparaissant d'abord à l'origine des plus grosses, puis dans les moyennes, enfin dans les radicelles. Si l'on regarde la partie inférieure du tronc comme la base de l'arbre, on peut donc dire que, dans la partie aérienne, la marche de l'activité cambiale était basipète, et basifuge dans la partie souterraine.

» 2° *Jeunes arbres vivant à l'état isolé.* — Les résultats de mes observations ont été à peu près les mêmes que pour les arbres en massif. Toutefois, j'ai constaté une particularité intéressante. Par suite de l'isolement, les branches étaient généralement assez développées et se reliaient au tronc par un renflement assez volumineux. Or, celui-ci était le siège d'un développement cambial presque simultané avec celui de l'extrémité.

» Dans les jeunes arbres, principalement quand ils vivent en massif, les anneaux ligneux sont souvent plus larges à la partie moyenne et supérieure qu'à la base. Il n'en est pas de même pour les individus plus âgés, surtout pendant la période de croissance maxima. Les branches et les racines ont atteint à cette époque un grand développement et presque toujours, sauf quand le massif est trop serré, les couches d'accroissement s'élargissent du haut vers le bas du tronc, ce qui atteste une grande activité de l'assise génératrice dans cette dernière région. Il était intéressant de savoir quelle est alors l'allure du réveil de l'activité cambiale. Dans ce but, j'ai examiné des arbres vivant isolément sur le parterre de coupes effectuées depuis quelques années; d'autres placés dans des massifs assez clairs pour que leurs accroissements ligneux fussent plus larges en bas; d'autres, enfin, situés dans des taillis de 25 à 30 ans, ayant par conséquent la cime au-dessus du massif, tandis que le tronc y était plongé. Chez tous ces arbres, j'ai trouvé que l'activité cambiale débutait dans la région basilaire et renflée du tronc presque en même temps qu'à l'extrémité des branches supérieures et dans le renflement d'insertion de celles-ci quand il y en avait un suffisamment prononcé. Elle ne se développait qu'ensuite

dans les branches basses de la cime. Plus tard elle apparaissait dans la partie médiane des branches et du tronc, plus tard encore dans les grosses racines, et enfin dans les radicelles. Les foyers de développement étaient donc multiples. Il en résultait que l'allure générale devenait ensuite, dans les rameaux comme dans le tronc, basipète à partir de l'extrémité, basifuge à partir de la base, tout en restant basifuge dans les racines.

» Quand la croissance des arbres est ralentie, soit parce qu'ils végètent sous le couvert (Sapins principalement), soit pour tout autre motif, les anneaux ligneux sont très étroits à la partie inférieure du tronc et des branches. J'ai constaté que dans ces individus l'activité cambiale se manifeste très tardivement, en commençant par l'extrémité des rameaux. La marche est donc basipète.

» De même qu'elle se réveille graduellement dans les diverses régions d'un arbre, l'activité cambiale s'y éteint progressivement à la fin de l'été, mais en suivant un autre ordre. Elle disparaît des rameaux avant de disparaître du tronc. Dans les arbres en massif, elle abandonne d'abord les branches basses, moins vigoureuses que celles de la cime, et les parties basilaire et médiane de ces branches avant leur extrémité. C'est ensuite seulement qu'elle se retire des pousses supérieures. Dans les rameaux volumineux d'un arbre isolé, elle s'éteint plus tôt à l'extrémité qu'au milieu. C'est au niveau du renflement basilaire qu'elle persiste le plus longtemps. Dans le tronc elle s'arrête d'abord au sommet, puis au milieu et enfin à la base. Quand la végétation n'est pas très active, elle cesse au contraire plus tôt dans la région inférieure. Dans les racines elle se poursuit parfois quinze jours de plus que dans le tronc. On ne peut dire cependant que ce soit parce que le réveil y a été moins précoce, car avant de disparaître des grosses racines elle se retire des radicelles où, comme on l'a vu, elle se manifeste plus tard encore. C'est dans la portion du tronc située immédiatement au-dessous du sol que l'activité cambiale se confine en dernier lieu. Tandis que dans la partie aérienne de l'arbre elle s'éteint de haut en bas, c'est de bas en haut qu'elle quitte la partie souterraine. La souche étant la région par où l'activité cambiale débute et par où elle finit est donc celle où elle se maintient le plus longtemps. C'est ce qui explique le grand développement que les couches ligneuses y acquièrent quand les sujets sont vigoureux.

» On voit que c'est dans les régions du tronc où l'activité végétative est la plus prononcée, soit parce qu'elles sont les plus jeunes, soit parce qu'elles sont le mieux nourries, que se réveille d'abord l'activité cambiale

(extrémités des branches et de la cime, renflements basilaires des rameaux, parties inférieures du tronc des arbres vigoureux). C'est là aussi, que, en général, elle s'éteint en dernier lieu. Par contre, dans toutes les circonstances où la végétation est ralentie, nous voyons l'activité cambiale se manifester tardivement et s'arrêter plus tôt (régions inférieures des branches et du tronc dans les arbres en massif, sujets dominés, etc.). Entre la durée de l'activité cambiale et son intensité, il y a donc une relation manifeste. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les vacuoles plasmogènes du nucléole dans l'endosperme du Phaséolus.* Note de M. **Ch. Decagny.** (Extrait.)

« Les faits que j'ai décrits à l'Académie, en 1890, particuliers au nucléole des *Spirogyra* se reproduisent d'une manière beaucoup plus visible dans le nucléole du noyau cellulaire de l'endosperme du *Phaseolus*. Il est facile de s'en assurer sur des endospermes de *Phaseolus* durcis par l'alcool absolu ou le liquide de Flemming, extraits d'ovules de 1^{mm} à 5^{mm} de long, colorés par le picrocarminate ou le mélange violet obtenu à l'aide de la fuchsine et du vert de méthyle, et montés enfin dans la glycérine additionnée des mêmes couleurs. . . . .

» *Conclusions.* — L'observation du nucléole dans l'endosperme du *Phaseolus* ou chez le *Spirogyra*, montre qu'il produit des vacuoles *plasmogènes*, contenant en dissolution une substance qui se solidifie au contact du suc nucléaire et du suc cellulaire. Cette substance, solidifiée sous forme de membrane, possède les propriétés physiques : homogénéité, transparence, indice de réfraction ; et les propriétés chimiques révélées par les réactifs et les couleurs, de la membrane nucléaire, de la couche membraneuse du protoplasma et des fils achromatiques qui prennent naissance dans la division indirecte du noyau.

» C'est donc dans le nucléole et, par conséquent, dans le noyau, et non dans le cytoplasme, qu'il faut rechercher l'origine des substances plasmiques, comme la membrane nucléaire, les fils achromatiques, et celles qui présentent les mêmes réactions et les mêmes propriétés. »

GÉOGRAPHIE ET GÉOLOGIE. — *Superficies absolues et répartition relative des terrains occupés par les principaux groupes géologiques.* Note de M. le général **Alexis de Tillo**, présentée par M. Daubrée.

« Depuis l'apparition en 1875 de la seconde édition de la Carte géologique de la Terre par M. J. Marcou, les explorations géologiques ont pris un développement si rapide que les continents asiatique et africain, encore blancs sur la Carte de M. J. Marcou, se trouvent aujourd'hui recouverts de teintes géologiques, l'Asie sur les $\frac{2}{3}$ et l'Afrique sur les $\frac{3}{5}$ de leurs superficies entières. L'Institut de Perthes vient d'achever la série des Cartes géologiques générales pour l'Europe à l'échelle de 1 : 15000000 et pour les autres continents à l'échelle de 1 : 30000000. Cette publication est comme un sommaire de nos connaissances sur la répartition des terrains des principales ères géologiques sur la surface du globe vers l'année 1890.

» Les $\frac{3}{4}$ à peu près de la surface des terres étant déjà étudiés, il est important, sous un point de vue géographique, de poser la question sur la répartition absolue et relative des différentes superficies géologiques.

» Dans ce but, j'ai exécuté sur les Cartes susnommées un long travail planimétrique, en tenant compte du retrait du papier et de la déformation des projections pour obtenir les superficies vraies. Ces corrections ont été déterminées en mesurant systématiquement les aires contenues entre deux méridiens et deux parallèles de 10° à 10°. En dernier lieu, pour contrôler mes calculs, je me suis servi de la comparaison des superficies attribuées à chaque continent d'après les données généralement admises, avec celles qui ont été obtenues par moi. La plus grande discordance n'a été que de 1 pour 100, pour l'Afrique. Voici mes résultats en nombres absolus et relatifs :

Superficies en millions de kilomètres carrés, des terrains géologiques.

Groupe.	Europe.	Asie.	Afrique.	Océanie.	Amérique du Nord.	Amérique du Sud.	Tous les continents.
Primitif (archéen)	2,04	5,24	3,36	1.25	5,03	2,93	19,85
Primaire (paléozoïque)	1,65	5,71	2,72	0,75	4,23	2,12	17,18
Secondaire (mésozoïque)	2,84	3,20	5,33	1,29	3,44	3,75	19,85
Tertiaire	1,45	2,70	0,62	0,82	1,74	1,38	8,71

Groupe.	Europe.	Asie.	Afrique.	Océanie.	Amérique du Nord.	Amérique du Sud.	Tous les continents.
Quaternaire	1,73	8,04	4,21	0,20	1,34	3,65	19,17
Sables des déserts	»	3,21	1,52	1,63	»	0,99	7,35
Glaciers	0,06	0,15	0,00	0,00	1,62	0,11	1,94
Roches éruptives modernes	0,12	1,39	0,41	0,30	1,01	0,73	3,96
Iles coralliennes	»	»	»	0,02	»	»	0,02
Partie explorée	9,89	29,64	18,17	6,26	18,41	15,66	98,03
Partie non explorée (1)	0,02	13,54	11,85	3,38	5,27	2,10	36,16
Superficie totale des continents (2)	9,91	43,18	30,02	9,64	23,68	17,76	134,19

Superficies des terrains géologiques en nombres relatifs, *l'étendue explorée des continents étant prise égale à cent.*

Groupe.	Europe.	Asie.	Afrique.	Océanie.	Amérique du Nord.	Amérique du Sud.	Tous les continents.
Primitif (archéen)	20,6	17,7	18,4	20,0	27,2	18,7	20,3
Primaire (paléozoïque)	16,7	19,3	15,0	12,0	22,9	13,5	17,5
Secondaire (mésozoïque)	28,6	10,8	29,4	20,6	18,7	24,0	20,2
Tertiaire	14,7	9,1	3,4	13,1	9,5	8,8	8,9
Quaternaire	17,5	27,2	23,2	3,2	7,3	23,4	19,6
Sables des déserts	»	10,7	8,4	26,0	»	6,3	7,5
Glaciers	0,6	0,5	0,0	0,0	8,9	0,7	2,0
Roches éruptives modernes	1,3	4,7	2,2	4,8	5,5	4,6	4,0
Iles coralliennes	»	»	»	0,3	»	»	»
Sommes	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

» Ce qui frappe d'abord dans ce Tableau, c'est la répartition identique des terrains primitifs (archéens) qui occupent, dans cinq continents, de 18 à 21 pour 100 et, dans l'Amérique du Nord, 27 pour 100 du tout.

» La superficie des roches tertiaires est dans tous les continents sensiblement plus faible que celle des terrains primitifs et secondaires. Le groupe paléozoïque occupe un peu moins de superficie que le groupe archéen dans tous les continents, et en Asie il y en a à peu près la même quantité. Le groupe mésozoïque est plus inégalement représenté; mais, pour tout le globe exploré, on voit que les terrains primitifs, et de même les

(1) Les terres arctiques ont été ajoutées à l'Amérique du Nord, les terres antarctiques à l'Océanie.

(2) Sans lacs et mers intérieures. D'après H. Wagner, la superficie de la terre ferme est égale à 135,49 millions de kilomètres carré. La différence en plus de 1,3 million de kilomètres carrés provient des nappes d'eau intérieures.

terrains secondaires, ont une part de 20 pour 100, et le groupe paléozoïque une perte de 17 pour 100, tandis que les terrains tertiaires n'occupent que 9 pour 100 du tout.

» La répartition des superficies géologiques est surtout assez concordante quand on compare les continents combinés en deux mondes, en comprenant l'Océanie avec l'Europe-Asie et l'Afrique.

» Dans ces limites, l'ancien monde possède 19 pour 100 de terrains archéens, 17 pour 100 paléozoïques, 20 pour 100 mésozoïques, 9 pour 100 tertiaires, 22 pour 100 quaternaires, 10 pour 100 de sables, 4 pour 100 de roches éruptives modernes; et le nouveau monde (Amérique du Nord et du Sud) possède 23 pour 100, 19 pour 100, 21 pour 100, 9 pour 100, 15 pour 100, 3 pour 100 et 5 pour 100 dans le même ordre des groupes, et 5 pour 100 de glaciers.

» Dans l'Amérique du Nord, la grandeur des superficies suit tout à fait l'ordre de l'âge des groupes : archéen, 27 pour 100; paléozoïque, 23 pour 100; mésozoïque, 19 pour 100; tertiaire, 9 pour 100 et quaternaire, 7 pour 100.

» La similitude entre l'Afrique et l'Amérique du Sud est assez évidente.

» Pour l'intelligence des régions non explorées géologiquement, j'ai composé le Tableau suivant :

Régions non explorées géologiquement.

	Millions de kilomètres carrés.		En nombres relatifs, la superficie entière du continent étant = 100.	
Asie	13,5	Afrique	39	Toute la Terre : 27 pour 100. »
Afrique	11,8	Océanie (¹)	35	
Amérique du Nord	5,3	Asie	31	
Océanie	3,4	Australie seule	23	
Amérique du Sud	2,1	Amérique du Nord	22	
		Amérique du Sud	12	

HYDROLOGIE. — *Recherches sur la nature des eaux et des vases du lac d'Annecy.* Note de M. L. **Duparc**, présentée par M. Daubrée.

« Dans une précédente Note, MM. Delebecque et Legay [2] ont fait connaître en détail la topographie du lac d'Annecy. Le présent travail a

[1] Avec les terres antarctiques.
[2] *Comptes rendus*, t. CXI, p. 1000.

pour objet l'étude détaillée de ses eaux, de celles de ses affluents et des vases du fond. Il a été effectué sur les nombreux matériaux mis à ma disposition par ces auteurs.

» Les eaux du lac d'Annecy sont très pures et différentes de celles du Léman, analysées comme terme de comparaison. Elles contiennent surtout du carbonate de chaux et un peu de carbonate de magnésie, tandis que les alcalis et les sulfates, dosables dans le Léman, y font défaut, comme on le voit dans les analyses comparatives ci-dessous :

	Lacs	
	d'Annecy.	Léman.
Résidu fixe	0,1511	0,1775
CO^2 total	0,1475	non dosés
CO^2 libre	0,0851	
SiO^2 et silicates	0,0039	0,0048
CaO	0,0693	0,0641
MgO	0,0073	0,0106
SO^3	traces	0,0383
K^2O	traces	0,0018
Na^2O	traces	0,0027
Cl	0,0010	0,0012
$(Fe\,Al)^2O^3$	traces	0,0005

» Ces différences s'expliquent par les conditions pétrographiques des bassins de ces deux lacs, et par le caractère de leurs affluents. Les sulfates des eaux du Léman proviennent des gypses du trias qui affleurent en plusieurs points de son bassin, tandis qu'ils manquent dans celui du lac d'Annecy; les alcalis tirent leur origine de la trituration des roches feldspathiques roulées par les eaux du Rhône, affluent du Léman provenant d'un massif cristallin, tandis qu'aucun massif de cette nature n'existe dans le bassin du lac d'Annecy (1).

» L'alimentation du lac se fait par quatre procédés qui sont les suivants :

I. *Les ruisseaux et torrents.* — Ceux-ci, au nombre de dix-sept, ont été étudiés,

(1) Le cube de ce dernier est de 1123500000^{mc}. Au titre moyen de 0,1511, on trouve 169760850^{kg} pour le total des matières dissoutes dans les eaux du lac, ce qui, à la densité de 2,2, correspond à 77164^{mc}, soit à un cube de 42^{m} à 43^{m} de côté. Le débit de l'émissaire étant connu et égal à 10^{mc},74 par seconde, on peut calculer la quantité de substances enlevées annuellement par dissolution sur l'étendue du bassin du lac. Le calcul donne 51177062^{kg}, soit le tiers environ du total contenu dans le lac.

en hiver et en été, en déterminant pour chacun la quantité des matériaux dissous dans 500^{cc}. Les prises d'eaux ont été faites le même jour pour tous les torrents. Les eaux d'hiver renferment de 0,1790 à 0,2194 de résidu fixe par litre; les eaux d'été de 0,1530 à 0,2044.

» La teneur des divers affluents est fort différente. Ainsi deux ruisseaux très voisins, à Veyrier, contiennent, l'un 0^{gr},2174, l'autre 0^{gr},1824. De plus, *tous les torrents sans exception sont plus riches en éléments dissous que les eaux du lac*. Ce fait paraît général; je le vérifie en ce moment d'une manière encore plus évidente sur les lacs d'Aiguebelette et de Paladru qui titrent 0,1549 et 0,1680 par litre, tandis que leurs affluents renferment en moyenne de 0,22 à 0,25. Enfin les eaux d'été paraissent moins chargées en matières solubles que celles d'hiver. La différence est assez constante et égale à 0,02 environ. Ce dernier résultat est analogue à celui que j'ai trouvé pour l'Arve et que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie ([1]).

» II. *Sources qui débouchent à l'air libre*. — Elles sont de minime importance. On en compte trois formant ensemble les $2\frac{1}{2}$ pour 100 de l'apport total; elles renferment de 0^{gr},1834 à 0^{gr},2514 par litre.

» III. *Sources qui sourdent sur le fond du lac*. — MM. Delebecque et Legay ([2]) ont prouvé par des sondages thermométriques l'existence d'une source plus chaude que les eaux du lac, le Boubioz, qui jaillit du fond d'un entonnoir. L'analyse a confirmé les résultats des sondages. Deux déterminations faites sur des eaux puisées à 71^{m} et 80^{m}, ont donné 0^{gr},1624 et 0^{gr},1730 de résidu fixe par litre. Le Boubioz est donc une source plus riche en éléments dissous que les eaux du lac. Le chiffre de 0,1730 n'est pas définitif, car nous n'avons eu qu'un mélange de l'eau de la source avec celle du lac. De plus, la différence de 0,01, observée sur deux prises faites à une distance de quelques mètres, montre une rapide diffusion des eaux de la source et implique un faible débit de celle-ci.

» IV. *Pluies qui tombent à la surface du lac et condensation de la vapeur d'eau*. — Une moyenne de neuf ans d'observation assigne 1^{m},32 à la quantité de pluie tombée annuellement. Connaissant, d'autre part, la surface du lac (27^{kmq},00), le cube du lac et le débit de l'émissaire, on trouve par un calcul très simple que, en supposant nulles la condensation de la vapeur d'eau et l'évaporation, la quantité d'eau de pluie renfermée dans le lac serait de 117 990 000^{mc}, soit le dixième environ du cube du lac. Mais cette quantité est certainement bien supérieure à celle qui existe réellement. Car, dans nos contrées, toute nappe d'eau qui ne s'alimente que par les pluies tombées à sa surface finit par se dessécher. Dès lors, il est clair que l'évaporation balance au moins la condensation et les pluies réunies et que les eaux du lac sont le produit exclusif, peut-être même concentré, des deux premiers modes d'alimentation *ruisseaux et sources* (en négligeant le Boubioz). Comme nous connaissons la teneur moyenne de chaque affluent ainsi que sa part respective dans l'apport total, on pourra calculer le titre que devraient avoir les eaux du lac. Le calcul donne 0,20 de résidu fixe par litre au lieu de 0,1511 observé.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 235.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 897.

» Il y a donc un appauvrissement de 0,05 environ qui peut l'expliquer. On peut recourir pour cela à plusieurs hypothèses qui sont les suivantes :

» 1° Les eaux des affluents sont diluées par les pluies tombant à la surface. Cette hypothèse est inadmissible, après ce qui a été dit de l'évaporation. D'autre part, en admettant même que celle-ci fût nulle, les eaux des affluents seraient diluées au dixième par les pluies, ce qui en porterait le titre à 0,18, chiffre trop considérable.

» 2° Les eaux des affluents sont appauvries par une précipitation chimique des carbonates. Je n'ai pas pu trouver dans les sédiments les traces d'une telle précipitation qui est, d'ailleurs, tout à fait invraisemblable, étant données la température basse et la richesse en acide carbonique des eaux des lacs.

» 3° Les eaux des affluents sont décalcifiées dans le lac par la vie organique. C'est le procédé, à mon avis, le plus rationnel.

» La vie végétale et animale est très développée dans le lac d'Annecy, et, soit sur la *beine,* soit contre les parois du roc de Chère, on trouve d'abondants dépôts tufacés produits par des algues, démontrant ainsi la vraisemblance de ce procédé. J'ai calculé que, dans cette hypothèse, la vie organique du lac d'Annecy absorberait environ 17000000^{kg} de matières par an.

» *Composition des vases du fond.* — Elle a été étudiée sur 39 échantillons dragués dans les principales régions du grand et du petit lac.

» Dans le petit lac, les boues renferment 37 à 47 pour 100 de silice et silicates (calcinés) insolubles dans les acides, 1 à 3 pour 100 d'oxydes de fer et albumine, 47 à 55 pour 100 de carbonate de chaux, 1 à 2 pour 100 de carbonate de magnésie et 2 à 4 pour 100 de matières volatiles (eau, matières organiques, etc.)

» Dans le grand lac, les oscillations sont beaucoup plus fortes par suite des perturbations causées dans la sédimentation par les torrents latéraux. La plus forte quantité de résidu insoluble, soit 65 pour 100, a été rencontrée à l'embouchure du Laudon, la plus faible, soit 15 pour 100, un peu au nord de Létraz. Sur la rive est, entre 70^{m} et 400^{m} de la côte, les boues renferment de 32 à 38 pour 100 d'argile et de silicates ; au milieu du grand lac, on en trouve 30 à 34 pour 100 ; sur la rive ouest, les chiffres sont beaucoup plus variables et oscillent entre 15, 28, 32 et 64 pour 100. »

M. Pellerin adresse une Note relative à une modification à apporter aux dispositions usitées pour les électro-aimants.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 janvier 1892.

Leçons sur la tuberculose et certaines septicémies, par S. Arloing. Paris, Asselin et Houzeau, 1892; in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Recherches sur la rotation du Soleil, par N. C. Dunér. Upsal, 1891; broch. in-4°.

Anales de la oficina meteorologica Argentina, por su director Gualterio G. Davis; tomo VIII. Buenos Aires, 1890; in-4°.

Philosophical Transactions of the royal Society of London. (*A*), (*B*), *for the year MDCCCXC;* vol. 181, Londres; 2 vol. in-4°.

General description of the principal triangulation of the South-West quadrilateral including the simultaneous reduction and the details of its component series, 1891; in-4°.

Memoirs of the geological Survey of India. Palæontologia indica, being figures and descriptions of the organic remains procured during progress of the geological Survey of India. Calcutta, 1891; in-4°.

Memoirs of the geological Survey of India, vol. XXIII. Griesbach : *Geology of the central Himalayas*. Calcutta; gr. in-8°.

United States Commission of fish and fisheries. Part. XV : *Report of the commissioner for* 1887. Washington, 1891; in-8°.

Second geological Survey of Pensylvania Report of progress. F^3 1888-1889, avec atlas, 1888-1889. Harrisburg, 1891; in-8°.

Revista del Museo de la Plata, dirigida por Francisco P. Moreno. Tomo I. La Plata, 1890-1891; gr. in-8°.

Transactions of the royal Society of Edinburgh, vol. XXXIV et XXXVI, 1890-1891. Edinburg; 2 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 janvier 1892.

L'aluminium, par Adolphe Minet. Paris, B. Tignol; in-8°.

Méthode pour chiffrer et déchiffrer les dépêches secrètes, par A. Hermann. Paris, Hermann, 1892; broch. in-8°.

Fennia, 4. *Bulletin de la Société de Géographie de Finlande*. Helsingfors, 1891, in-8°.

Theoria geometrica delle restituzioni prospettive per immagini date sopra superficie curve. Nota del prof. STANISLAS VECCHI. Parma, 1891; broch. gr. in-8°.

Smithsonian miscellaneous collections : Catalogue of minerals with their formulas, etc. etc., by I. EGLESTON. Washington, 1863; broch. in-8°.

List of the coleoptera of North America, by JOHN L. LECONTE, M. D. Part I. Washington, 1863; broch. in-8°.

New species North American coleoptera, by JOHN L. LECONTE, M. D., Part I. Washington, 1863; broch. in-8°.

List of the institutions libraries, colleges and others establishments in the United States in corespondence with the Smithsonian Institution. Washington, 1872; in-8°.

Catalogue of publications of the Smithsonian Institution (1846-1882), by WILLIAM J. RHEES. Washington, 1882; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er FÉVRIER 1892.

Tables du point auxiliaire pour trouver rapidement la hauteur et l'azimuth estimés, par F. SOUILLAGOUET. Paris, Challamel, 1892; gr. in-8°. (Présenté par M. de Jonquières.)

Association française pour l'avancement des Sciences; 20e section. Marseille, 1891; in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

Hernies, par le Dr PAUL BERGER; in-8°. (Présenté par M. le Bon LARREY.)

Traité de pathologie spéciale et de thérapeutique des maladies internes, par le Dr JOSEPH SCHRAMME. Paris, Savy, 1892; 2 vol. in-8°.

Cours de Physique, par J. VIOLLE, t. II, 2e Partie : *Optique géométrique*. Paris, Masson, 1892; in-8°.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. le contre-amiral MOUCHEZ, directeur de l'Observatoire. — *Observations de* 1884. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; in-4°.

Annuaire géologique universel. Revue de Géologie et Paléontologie, dirigée par Dr L. CAREZ et H. DOUVILLÉ. Année 1890, t. VII, 2e fasc. Paris, 1892; in-8°.

Almanach de l'abbé Fortin pour 1892. Paris; in-18.

Presby-optomètre pour la détermination de l'acuité visuelle et de la presbytie, par A. GAUTHIER. Paris, broch. in-8°.

Publicationen für die internationale Erdmessung, astronomische Arbeiten der osterreichischen Gradmessungs-Commission. Ausgefürth und herausgegeben von Professor Dr Wilhelm Tinter. Wien, 1891; in-4°.

Smithsonian contributions to knowledge. Meteorological observations made at Providence, R. I., etc., by Alexis Caswel. Washington City, 1860; in-4°.

Discussion of the magnetic and meteorological observations. Part II, by A. D. Bache, L. L. D. Washington City, 1862; in-4°.

Appendix. Publications of learned societies and periodicals in the library of the Smithsonian Institution. Part II; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 25 janvier 1892.)

Note de M. *H. Resal*, Sur les propriétés de la loxodromie d'un cône de révolution, etc. :

Page 148, ligne 8, *au lieu de* xOy, *lisez* la tangente au parallèle.

Page 151, ligne 4 en remontant, *au lieu de* Le rapport des, *lisez* Le rapport des longueurs des.

Note de M. *E. Chuard*, Sur l'existence des phénomènes de nitrification :

Page 183, ligne 19, *au lieu de* $CuCO^3$, *lisez* $CaCO^3$.

Page 183, ligne 20, *au lieu de* 00,81, *lisez* 0,081.

Note de MM. *F. Jolyet* et *H. Viallanes :*

Page 189, *remplacer* le titre de la Communication par le suivant : *Recherches sur le système nerveux accélérateur et modérateur du cœur des Crustacés.*

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 FÉVRIER 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Observations sur une Note de M.* H. Le Chatelier, *intitulée : « Sur la mesure optique des températures élevées »*. Note de M. **Henri Becquerel.**

« Dans la dernière séance de l'Académie, M. H. Le Chatelier a présenté une Note « Sur la mesure optique des températures élevées », dans laquelle je relève les phrases suivantes :

» J'ai montré antérieurement comment, par l'emploi des couples thermo-électriques, on pouvait très simplement et en même temps très exactement mesurer les températures élevées.... J'ai cherché, au contraire, à ramener la mesure des températures à celle de l'intensité absolue d'une longueur d'onde déterminée ; cette idée avait bien des fois déjà été mise en avant par Pouillet, Becquerel, M. Violle, *mais sa réali-*

sation n'avait pas même été tentée...; la graduation d'un semblable pyromètre n'est pratiquement réalisable que par l'emploi des couples thermo-électriques; *c'est pour cela, sans doute, que ce procédé n'a pas été essayé plus tôt.*

» Les passages que je viens de rappeler montrent que M. H. Le Chatelier n'a sans doute pas eu connaissance de l'existence d'un travail très étendu sur cette question, fait par mon père il y a trente ans. Ce travail a été présenté à l'Académie le 8 décembre 1862, sous le titre de *Recherches sur la détermination des hautes températures et l'irradiation des corps incandescents,* et a été publié dans les *Annales de Chimie et de Physique* (3e série, t. LXVIII). L'année suivante, le même travail fut publié, avec de nouvelles déterminations, dans les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers* (avril 1864), sous le titre d'*Études sur la Pyrométrie, mesure des hautes températures*. Un résumé de ce Mémoire a été fait dans l'Ouvrage *la Lumière* (1867), p. 61 à 128; enfin, en 1869, mon père avait été conduit à corriger de quelques centièmes de leur valeur les indications de son pyromètre platine-palladium entre 400° et 550°.

» Si l'on relit le Mémoire de mon père, on y rencontre la plupart des résultats que M. H. Le Chatelier vient de signaler, non seulement l'étude approfondie d'un pyromètre thermo-électrique formé d'un fil de platine et d'un fil de palladium, ou de deux fils de platine de diamètres inégaux, mais encore la mesure de l'intensité de la lumière émise à diverses températures et correspondant à des longueurs d'onde déterminées, l'emploi d'un verre rouge et d'autres écrans colorés convenablement appropriés, et des déterminations sur les pouvoirs d'irradiation (pouvoirs émissifs) du platine, du fer, de la chaux, de la magnésie et d'autres substances. Voici, du reste, les conclusions du Mémoire :

» Le pyromètre thermo-électrique formé avec un couple platine-palladium est un des plus convenables pour l'évaluation et la comparaison des hautes températures, l'intensité du courant thermo-électrique développé à mesure que la température s'élève, suivant une loi assez régulière et ne présentant pas ces variations inégales que l'on observe en faisant usage d'autres métaux.... Cet appareil pourrait être utilisé dans les arts et dans un grand nombre de circonstances.

» Les points de jonction des fils de platine et de palladium qui constituent le couple thermo-électrique étant placés dans un milieu dont la température peut être portée à des degrés plus ou moins élevés et qui reste constante pendant un certain temps, il est facile de suivre avec un photomètre d'une disposition particulière l'émission de la lumière, due à l'incandescence de ces points de jonction qui constituent le couple, en même temps que l'on détermine l'intensité du courant électrique développé dans ces mêmes points, c'est-à-dire la température à laquelle l'incandescence a

lieu. En plaçant également des corps à côté du couple thermo-électrique, on peut suivre concurremment l'intensité de la lumière émise par chacun d'eux.

» L'intensité de la lumière, d'une réfrangibilité déterminée (de la lumière rouge par exemple), émise par un même corps opaque tel que le platine, la chaux ou la magnésie, croît suivant les termes d'une formule exponentielle analogue à celle qui règle l'émission de la chaleur des corps échauffés placés au milieu d'une enceinte vide dont les parois sont à une température plus basse.... La constante qui, dans cette formule, est analogue à la constante a de la formule du refroidissement augmente avec la réfrangibilité, et est telle qu'entre les rayons rouges et bleus le logarithme de a serait à peu près en raison inverse des longueurs d'onde des rayons émis....

» Si l'on suppose que la loi d'émission de la lumière reste la même pour un même corps et pour des rayons d'une même réfrangibilité à mesure que la température s'élève au-dessus de la limite jusqu'à laquelle on l'a vérifiée, on peut déduire la température du corps de l'indication donnée par le photomètre, et cela au delà des limites où les autres pyromètres ne peuvent plus être appliqués. On est ainsi conduit à une méthode pyrométrique optique qui pourrait facilement être utilisée....

» Ces méthodes ont été en usage dans certaines industries; mais les appareils que l'on possédait alors étaient difficilement maniables dans une usine. Depuis cette époque on doit à M. Violle un travail important sur la variation de l'intensité de diverses radiations simples avec la température. M. H. Le Chatelier a eu l'heureuse idée d'utiliser les qualités pratiques d'appareils plus récemment construits, tels que les galvanomètres de M. Marcel Deprez et le photomètre de M. Cornu; il a pu ainsi contribuer à vulgariser en les perfectionnant des méthodes dont il serait injuste de méconnaître l'ancienneté. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la silice dans les végétaux;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« L'étude des éléments chimiques dans les plantes et de leur répartition, aux diverses périodes de la végétation et dans les différentes portions des plantes, nous a conduits à examiner la silice sous les mêmes points de vue que nous avons déjà traités pour l'azote et les azotates, pour le phosphore, pour le soufre et les sulfates, pour les alcalis, pour les acides oxalique et carbonique, etc.

» Le rôle de la silice dans les plantes, et spécialement dans les Graminées, soulève un certain nombre de problèmes intéressants, les uns d'ordre physiologique, les autres d'ordre pratique. En effet, la silice concourt à former la charpente solide des végétaux, et l'on s'est demandé si elle ne jouerait pas un certain rôle dans la verse du blé, et dans la répartition des substances nutritives.

» Le mode même d'introduction de la silice au sein des êtres vivants réclame éclaircissement, car la silice est naturellement insoluble et elle se trouve, dans la terre végétale, en majeure partie sous la forme de silicates, dérivés de la décomposition des roches primitives par les agents atmosphériques et insolubles dans l'eau, voire même inattaquables par les acides.

» Nous avons cherché à éclaircir quelques-unes de ces questions, en suivant la même méthode que dans nos travaux sur les autres éléments chimiques : la similitude des méthodes permettant des comparaisons plus claires et plus certaines.

» En conséquence, nous avons déterminé les proportions relatives et absolues de silice, dans la graine et dans le sol où nous voulions la cultiver. Puis nous avons fait le même dosage dans la plante, aux périodes successives de sa végétation, depuis la germination jusqu'à la fructification, c'est-à-dire de la graine initiale à la graine reproduite, en examinant séparément chacune des parties essentielles de la plante : racine, tige, feuilles, inflorescence, etc.

» Nous avons opéré sur le blé, en raison de son importance et de l'existence bien connue de la silice dans cette plante.

» La variété employée était le blé de mars.

» Le dosage même de la silice a été exécuté sous quatre formes : silice totale, silice soluble dans l'eau pure, silice soluble dans la potasse étendue à froid et silice soluble dans la potasse étendue à chaud; conditions susceptibles de donner quelque idée de l'assimilabilité relative de la silice absorbée par les végétaux.

» Nous réservons pour le moment la question de savoir si la silice est absorbée pure, ou bien à l'état de combinaison avec des principes carbonés ou minéraux : nous y reviendrons.

I. — *Terre de culture.*

» C'est une terre argilo-siliceuse, analogue à celle de la station de Meudon, dont nous avons publié diverses analyses. Elle renfermait pour 1^{kg} sec (110°) :

Azote	$1^{gr},3812$
Silice totale (dosée par fusion avec KHO)	824,9
» soluble dans l'eau tiède, après 24 heures	0,084
» » à froid dans KHO au $\frac{1}{10}$, après 24 heures	2,02
» » à une dose de chaleur dans KHO au $\frac{1}{10}$, après 24 heures.	7,35

» Ces nombres montrent que la silice se trouvait presque entièrement dans la terre, à l'état de quartz et de silicates stables.

II. — *Graines.*

» D'après la moyenne :

1 grain de blé pesait sec	gr 0,0400

» Il contient :

Azote	0,00076	soit 1,9	centième
Silice soluble dans l'eau	0,000003	» 0,0075	»
» » dans KHO froide	0,000033	» 0,081	»
» » » tiède	0,000033	» 0,081	»
» totale	0,00039	» 0,097	»

» La silice du grain s'y trouve donc presque en totalité à l'état de silice soluble dans les alcalis dilués et froids. Près d'un dixième est même soluble dans l'eau pure. Mais la proportion totale de la silice n'atteint pas un millième du poids du grain.

» On a semé le 15 avril 1891.

III. — *Débuts de la végétation* (30 *mai* 1891).

		Humide.	Sec.	Centièmes (sec).
1 pied moyen pèse	racines	gr 1,68	gr 0,529	24,7
	tiges	9,50	1,615	75,3
		11,18	2,144	100,0

	Azote en centièmes.	Eau.
Les racines renferment	1,00	68,5
La tige renferme	3,40	83,0

	Silice soluble dans l'eau. P. relatif.	SiO^2 soluble dans KHO froide. P. relatif.	SiO^2 totale. P. relatif.
Racines	0,13	0,68	24,36
Tiges	0,15	1,85	6,79

» Le poids total de la silice est plus grand dans la racine; mais il est difficile d'être assuré de l'exclusion complète de la terre adhérente. Au contraire, les doses relatives de silice soluble, soit dans l'eau, soit dans la

potasse étendue, sont plus fortes dans la tige à ce moment de la vie végétale. On remarquera encore que dans la tige, c'est-à-dire dans une région où le mélange de particules empruntées au sol ne saurait être suspecté, il existe à ce moment près des trois quarts de la silice à l'état insoluble dans la potasse étendue. Cette silice ayant été amenée au sein de la tige à l'état soluble (silice ou silicate, composés minéraux ou organiques) a dû y redevenir insoluble pendant le cours de la végétation.

IV. — *Végétation plus avancée : avant la floraison* (12 *juin* 1891).

		Humide.	Sec.	Centièmes (sec).
		gr	gr	
1 pied moyen pèse	racines	2,73	0,664	8,1
	tiges	37,6	7,514	91,9
		40,3	8,378	100,0

	Azote en centièmes sec.	Eau.
Les racines renferment.....	0,77	75,7
Les tiges renferment......	2,65	80,0

	SiO^2 soluble			
	dans l'eau en centièmes.	dans KHO froide.	dans KHO tiède.	SiO^2 totale.
Racines..........	0,02	2,19	2,78	20,6
Tiges et feuilles...	0,16	2,42	2,91	2,95

» Le poids de la plante a quadruplé et cet accroissement a porté principalement sur la tige et les feuilles. La tige est toujours beaucoup plus riche en azote, trois fois et demie environ, que la racine; mais, circonstance remarquable, la dose relative de la silice soluble dans les alcalis étendus est à peu près la même dans la tige et dans la racine. Cette silice se dissout presque aussi facilement dans la potasse à froid qu'à chaud; la différence étant due sans doute à la difficulté de désagréger entièrement à froid les tissus végétaux.

» La silice de la tige s'y trouve à peu près entièrement à l'état soluble dans les alcalis, contrairement à ce qui a été observé pendant la période précédente.

» Enfin, la dose relative de la silice soluble dans les alcalis a augmenté de moitié environ dans la tige et elle a quadruplé dans la racine : circonstances qui accusent un accroissement singulier dans le pouvoir physico-

chimique d'absorption de la racine pour la silice, à ce moment de la végétation où les réactions des plantes sur les matières du sol sont particulièrement prononcées.

V. — *Débuts de la floraison*, 30 *mai* 1891.

		Humide.	Sec.	Centièmes (sec).
		gr	gr	
1 pied moyen pèse	racines	3,7	1,15	6,44
	tiges	51,5	11,30	63,26
	feuilles (¹)	13,0	3,03	16,98
	épis	9,2	2,38	13,32
		77,4	17,86	100,00

	Azote en centièmes (sec).	Eau.
Les racines renferment	0,54	68,9
Tiges	1,01	78,1
Feuilles	3,27	76,7
Épis	1,45	74,1

	SiO^2 soluble dans l'eau (en centièmes).	SiO^2 soluble dans KHO froide.	SiO^2 soluble dans KHO tiède.	SiO^2 totale.
Racines	0,19	1,85	3,62	9,85
Tiges	0,21	1,42	1,80	2,17
Feuilles	0,60	2,80	3,93	5,86
Épis	0,18	0,59	1,01	1,01

» Ces résultats sont fort intéressants. On y voit d'abord, en faisant abstraction de la racine, susceptible d'être souillée par les matières du sol, que la silice totale est maximum dans les feuilles, la tige renfermant à peine plus du tiers du contenu relatif de celles-ci. Ce résultat a déjà été signalé par MM. Arendt et Knop (*Landw. Vers. Stationen,* II, 32).

» On voit ensuite que la silice n'arrive à l'épi et ne s'y concentre qu'en quantité 5 fois plus petite.

» Si nous envisageons spécialement la silice soluble, elle forme les deux tiers de la silice totale dans la tige, celle-ci contenant un tiers de la silice régénérée à l'état insoluble : résultat d'autant plus caractéristique

(¹) Comprenant la partie engainante jusqu'à l'entrenœud.

que la silice est entièrement soluble dans l'épi et qu'elle l'est, à un septième près, dans la tige.

» La feuille constitue donc un lieu spécial de concentration pour la silice, et spécialement pour la silice insoluble : circonstance liée avec une activité vitale prépondérante à cette époque de la végétation et attestée par la prédominance des principes azotés dans les feuilles.

» Notons encore que la silice soluble à ce moment est plus forte à la fois dans les racines, siège de l'absorption opérée aux dépens du sol, et dans la feuille, siège de sa concentration ; tandis que la silice est minimum dans la tige, lieu de son passage, et dans l'épi, terminaison de la vie végétale.

VI. — *Maturation des graines,* 23 *juillet* 1891.

		Poids humide.	Poids sec.	Centièmes (sec).
1 pied moyen pèse	racines	3,70	1,80	5,58
	tiges	49,00	19,07	58,92
	feuilles	6,72	3,45	10,65
	épis	19,50	8,04	24,85
		78,92	32,36	100,00

	Azote en centièmes (sec).	Eau.
La racine renferme	0,43	51,24
Tiges	0,66	61,10
Feuilles	2,53	48,70
Épis	0,99	58,80

	SiO^2 soluble dans l'eau.	SiO^2 soluble dans KHO froide.	SiO^2 soluble dans KHO froide.	SiO^2 totale.
Racines	0,03	2,46	3,10	8,91
Tiges	0,04	2,28	2,31	2,33
Feuilles	0,38	4,07	5,67	8,84
Épis	0,05	2,03	1,95	3,04

» La silice s'accumule de plus en plus dans les feuilles, un tiers s'y trouvant insoluble. Les tiges sont plus pauvres en silice soluble que les racines, la silice y étant d'ailleurs entièrement sous cette forme. Le minimum est dans l'épi, au moins pour la silice soluble, un tiers s'y trouvant d'ailleurs sous forme insoluble.

» Ce sont les mêmes résultats, plus accentués encore que dans la période précédente.

VII. — *Dessiccation de la plante. Récolte,* 18 *août* 1891.

		Humide.	Sec.	En centièmes (sec).
1 pied moyen pèse	racines........	3,3	1,62	5,0
	tiges..........	29,1	13,63	46,2
	feuilles........	3,0	1,49	5,1
	épis...........	19,0	12,89	43,7
		44,4	29,63	100,0

	Az en centièmes (sec).	Eau.
La racine renferme..........................	0,26	55,7
Tiges......................................	2,03	53,2
Feuilles...................................	2,17	50,3
Épis.......................................	1,33	32,2

	SiO^2 soluble			
	dans l'eau.	dans KHO froide.	dans KHO tiède.	SiO^2 totale.
Racines...........	0,04	1,39	1,93	32,6
Tiges.............	0,19	3,06	3,08	3,65
Feuilles...........	0,33	6,22	6,85	11,04
Épis..............	0,07	1,70	1,81	2,11

» La racine semble avoir cessé d'absorber de la silice aux dépens du sol et, par suite, sa richesse relative en silice soluble a diminué. La tige, au contraire, s'est enrichie en silice, et la formation de la silice insoluble, qui avait lieu dans les feuilles au cours des périodes précédentes, s'est étendue maintenant à la tige. Au contraire, les feuilles sont de plus en plus riches en silice soluble, aussi bien qu'en silice totale. Enfin l'épi est toujours la région la plus pauvre en silice : circonstance due sans doute à l'extrême pauvreté de la graine en silice, attestée par nos analyses. Ces résultats caractérisent la marche de la silice dans les Graminées. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une nouvelle Carte des courants de l'Atlantique Nord;* par le Prince **Albert Ier de Monaco.**

« L'Académie a pu suivre les phases de mes expériences sur les courants de l'Atlantique Nord par mes Notes précédentes ([1]). Je lui présente aujourd'hui une Carte que j'ai construite avec les éléments fournis par ces expériences. Cette Carte porte les tracés de 226 flotteurs qui me sont revenus sur les 1675 lancés pendant les trois expériences de 1885, 1886 et 1887, et qui ont tous rapporté un certificat authentique des autorités les plus voisines des points de leur découverte.

» Les 56 flotteurs que j'ai reçus depuis ma dernière Note à l'Académie ([2]) sur ce sujet, et depuis l'étude que j'ai présentée vers la même époque au Congrès international des Sciences géographiques ([3]), ne changent rien aux conclusions que j'exposais alors ; ils me permettent même de les confirmer et de leur ajouter certaines considérations nouvelles.

» *Direction du courant.* — J'ai dit, en 1889, que deux flotteurs retrouvés en pleine mer dans le sud-ouest des Açores, très peu de semaines après leur lancement dans le nord-ouest de ces îles, démontraient que le bord interne du grand tourbillon tracé par l'ensemble des flotteurs exécute une révolution de très court rayon autour d'un point situé dans le sud-ouest et non loin des Açores. Ainsi que dans un cyclone, il existe au centre de ce tourbillon marin une région où les eaux ne suivent aucune direction régulière, et quand des flotteurs lancés dans le voisinage y pénètrent, ils y restent souvent des mois et des années.

» L'échouage successif des flotteurs aux Açores, sur les côtes de l'Europe, de l'Afrique, de l'Amérique centrale, aux Antilles et aux Bermudes, dans un délai normal, puis la reprise de ce même circuit, indiqué par 4 flotteurs recueillis en 1891 ([4]), permettent, si l'on compare les dates du

---

([1]) *Comptes rendus,* 16 novembre 1885; 20 décembre 1886; 10 janvier 1887; 24 octobre 1887; 3 juin 1889.

([2]) *Comptes rendus,* 3 juin 1889.

([3]) *Congrès international des Sciences géographiques.* Paris, 1889.

([4]) Deux sur les côtes de France, après un flottage de 4 ans et 3 mois pour l'un; de 5 ans et 3 mois pour l'autre.

Deux à Madère après un flottage de 3 ans et 11 mois pour l'un ; de 4 ans et 2 mois pour l'autre.

lancement et de l'arrivée, et si l'on applique à ces flotteurs les moyennes de vitesse exposées ci-après, d'établir que le cycle fourni par les objets entraînés dans le tourbillon des eaux de l'Atlantique Nord est indéfiniment renouvelé, sauf le cas où ils s'en échappent par le déversoir qui se perd dans les régions arctiques après avoir longé l'Irlande, l'Écosse et la Norvège.

» *Vitesse du courant.* — Pour établir d'une façon générale la vitesse du courant, j'ai divisé le tourbillon que trace le parcours des flotteurs en sections dont les limites sont : d'abord les lignes d'origine des diverses expériences et les côtes où les premiers flotteurs de ces mêmes expériences sont apparus en groupe, c'est-à-dire dans un court intervalle de temps; puis ces côtes et certains points des côtes suivantes sur lesquels des flotteurs de même origine se sont échelonnés selon l'ordre de leur lancement.

» Les indications que j'obtiens ainsi en suivant les flotteurs d'une étape à l'autre, tout autour de l'Atlantique, sont suffisamment bonnes pour me permettre de présenter des chiffres très rapprochés de l'exactitude.

» Le Tableau ci-après montre :

» 1° La répartition géographique et annuelle de tous les flotteurs retrouvés;

» 2° La vitesse moyenne des premiers flotteurs retrouvés de chaque expérience;

» 3° Le nombre des flotteurs utilisés pour l'établissement de ces moyennes;

» 4° Le nombre total des flotteurs recueillis.

» Dans chaque section, un certain nombre des flotteurs retrouvés ont été négligés parce que le retard de leur apparition sur celle des premiers arrivés indiquait des stationnements accidentels d'une durée inconnue, sur un ou sur plusieurs points de leur parcours.

» Dans quelques cas, un flotteur unique, provenant d'une des expériences est accepté pour la moyenne d'une section parce que le chiffre qu'il montre ne s'écarte pas beaucoup des chiffres donnés par les moyennes des deux autres expériences pour cette même section.

Expériences sur les courants.

Régions que les flotteurs ont visitées.	Années des lancements.	Vitesse moyenne des premiers arrivés.	Nombre des flotteurs pris pour la moyenne.	Nombre total des flotteurs arrivés.
Açores	1885	7,52	2	11
	1887	5,33	5	26
En mer au S.-O. des Açores	1887	4,5	2	2
En mer, entre les Açores et Gibraltar	1887	4,91	1	1
Portugal, Espagne occidentale	1885	5,07	1	1
	1886	7,15	5	11
	1887	3,87	3	4
France occidentale	1886	6,67	7	24
	1887	5,19	2	12
Irlande occidentale	1887	3,82	5	18
Écosse, Hébrides, Orcades, Shetland	1887	3,29	7	9
Norvège	1887	4,80	6	22
Espagne septentrionale	1886	5,88	3	7
	1887	3,37	4	7
Madère	1885	»	»	1
	1887	4,72	3	5
Canaries	1885	»	»	1
	1886	4,55	5	6
	1887	5,32	5	14
Afrique occidentale	1886	4,88	3	6
	1887	5,81	1	1
Antilles	1885	11,44	1	4
	1886	10,51	1	6
	1887	8,38	6	13
Angleterre	1887	»	»	2
Islande	1887	»	»	3
Danemark	1887	»	»	1
Tunisie	1886	»	»	1
Yucatan	1887	»	»	1
Bermudes	1886	»	»	1
	1887	»	»	3
Région d'arrivée incertaine	»	»	»	3

» On peut compter parmi les plus exactes les vitesses indiquées par les flotteurs retrouvés sur des côtes très peuplées, parce que ces objets n'ont pas tardé à être pris dans des filets de pêche, recueillis par des embarcations ou trouvés à terre. Dans de tels parages, on remarque, en effet, moins d'écart entre les vitesses des flotteurs qui y sont apparus, et c'est pourquoi un plus grand nombre d'entre eux y devient utilisable; il en est ainsi pour les côtes de Madère et des Canaries, qui sont garnies de pêcheurs; pour celles du Portugal et de l'Espagne, et plus encore pour celles de l'Irlande et de l'Écosse. La même remarque est applicable aux côtes barbares du Maroc jusque près du Sahara; mais c'est ici à cause d'une habitude des tribus misérables de ces pays, qui visitent sans cesse leurs interminables plages pour y chercher des épaves.

» Aux Antilles et en Norvège, le développement considérable des côtes, par rapport à la population, produit un effet contraire.

» Les trois flotteurs parvenus en Islande ne sont pas utilisés, parce que la rareté des habitants y est plus grande encore.

» Je ne puis utiliser pour les moyennes de vitesse les quatre flotteurs recueillis aux îles Bermudes, et dont les voyages ont duré des années; mais, joints aux deux flotteurs trouvés en pleine mer dans l'ouest des Açores, ceux-là m'ont aidé à reconnaître le bord intérieur du tourbillon océanien et à comprendre pourquoi de nombreux flotteurs, qui avaient disparu durant un long intervalle, avaient ensuite apparu près de ces mêmes Açores, ou bien encore, mais plus rarement, en Europe.

» Je n'ai point fait participer à l'établissement des moyennes les flotteurs qui ont voyagé pendant des périodes exceptionnellement longues; je leur ai, au contraire, appliqué la moyenne générale fournie par l'ensemble des sections; et, pour tracer leur parcours sur la Carte, j'ai recourbé parallèlement à la marche générale du flottage des lignes dont le développement répond par sa longueur au nombre de milles indiqué par cette moyenne, multiplié par la durée du flottage.

» La vitesse moyenne, pour la région comprise entre les Açores, l'Irlande et la Norvège, est de $3^{\text{milles}},97$ par vingt-quatre heures.

» Entre les Açores, la France, le Portugal et les Canaries, cette moyenne est de $5^{\text{milles}},18$.

» Des Canaries aux Antilles, aux Bahamas et même jusqu'aux Bermudes, elle atteint $10^{\text{milles}},11$.

» Dans la moitié orientale de l'arc qui s'étend des Bermudes aux Açores, elle redescend jusqu'à $6^{\text{milles}},42$.

» La vitesse moyenne que donne pour l'Atlantique Nord l'ensemble des résultats est de $4^{\text{milles}},48$.

» On voit que le demi-cercle occidental du tourbillon océanien présente une circulation plus active que celle de l'autre demi-cercle; et cela s'explique par le concours simultané de plusieurs causes d'impulsion : vents alizés, marche parallèle au courant équatorial, même cas vis-à-vis du gulf stream; évaporation considérable dans la région tropicale, ce qui active la circulation des eaux, celles-ci tendant à retrouver l'équilibre de leur densité. »

CHIMIE. — *Détermination du point de congélation des dissolutions aqueuses très diluées; application au sucre de canne.* Note de M. **Raoult.**

« J'ai résumé autrefois, de la manière suivante, ma manière d'opérer pour déterminer le point de congélation des dissolutions.

» Environ 120^{cc} du liquide à congeler, placés dans une éprouvette et constamment agités, sont refroidis de $\frac{1}{4}$ de degré au-dessous du point de congélation et très lentement. On fait cesser la surfusion au moyen d'une parcelle de glace. Aussitôt le thermomètre remonte et s'arrête en un point où il reste absolument fixe, pendant plusieurs minutes; après quoi, il descend lentement. Le point fixe atteint par la colonne mercurielle, dans sa marche ascendante, est pris pour point de congélation. La différence entre les points de congélation du dissolvant pur ou tenant une substance en dissolution, déterminés de *la même manière* et *à peu de moments d'intervalle*, est prise pour l'abaissement du point de congélation (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. II, p. 93; 1884).

» Avec les appareils dont je faisais alors usage, et moyennant certaines précautions indiquées, je pouvais ainsi obtenir les abaissements du point de congélation des dissolutions aqueuses à $\frac{1}{100}$ ou $\frac{2}{100}$ de degré près. C'était, à cette époque, une approximation très suffisante; il n'en est plus de même aujourd'hui que les renseignements, demandés à la Cryoscopie, sont chaque jour plus nombreux et plus précis. La détermination des poids moléculaires des corps, qui ne produisent qu'un très faible retard dans le point de congélation de l'eau; la mesure exacte du point de congélation des eaux minérales, des liquides alimentaires et des sécrétions; la vérification expérimentale de certaines vues théoriques et, particulièrement, des idées si remarquables de M. Arrhénius sur la constitution des dissolutions aqueuses extrêmement diluées; toutes ces questions réclament une précision plus grande. J'ai réussi à l'obtenir, au delà de toute prévision,

sans m'écarter des prescriptions rappelées plus haut, en modifiant, comme il suit, mon ancien dispositif expérimental. Les modifications ont surtout porté sur le mélange réfrigérant et sur l'agitateur.

» Si les paillettes de glace qui flottent dans un liquide agité, en voie de congélation, ne sont pas très nombreuses, le thermomètre peut s'y fixer à des températures sensiblement différentes, suivant que le mélange réfrigérant qui l'entoure est plus ou moins froid. Les écarts peuvent être de plusieurs centièmes de degré. Pour éviter cette cause d'erreur, il est nécessaire de remplacer le mélange réfrigérant ordinaire par un liquide réfrigérant, maintenu à température à peu près constante. On y peut parvenir aisément au moyen du réfrigérateur au sulfure de carbone, que j'ai décrit antérieurement (*Compte rendu de la* 18e *session de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, t. I, p. 278; 1889). A défaut de cet appareil, on peut procéder comme il suit : l'éprouvette où l'on a mis le liquide à congeler (préalablement refroidi à zéro) est placée dans une éprouvette à pied enfoncée, presque entièrement, dans une solution froide et agitée de glycérine à 40 pour 100. Un serpentin en cuivre, plongé dans cette dernière, communique par ses deux extrémités avec la partie inférieure de deux vases remplis d'un mélange de glace, de sel marin et d'eau, et qu'on peut placer à des niveaux plus ou moins différents. L'eau, ordinairement à — 10°, qui sort du plus élevé pour se rendre dans le plus bas, traverse le serpentin et refroidit ainsi la dissolution glycérique, à un degré qui dépend de la vitesse d'écoulement et qu'on règle à volonté. D'une manière ou d'une autre, je maintiens le bain réfrigérant à 3° au-dessous du point de congélation probable du liquide en expérience. La vitesse de refroidissement de ce dernier est alors de 1° en vingt minutes environ. Si l'influence du mélange réfrigérant, sur la température du liquide au moment de sa congélation, n'est pas absolument nulle, elle est du moins la même dans toutes les expériences comparatives et disparaît dans les différences; de sorte que les abaissements du point de congélation n'en sont pas affectés.

» L'agitateur automatique en platine, à mouvement vertical alternatif, que j'ai employé jusque dans ces derniers temps, présente des inconvénients. Il en offre surtout lorsqu'on expérimente sur l'eau pure ou sur des dissolutions excessivement étendues, parce que, alors, la glace formée a une grande tendance à s'agglutiner. Dès que la congélation a commencé, cet agitateur soulève en montant les paillettes de glace qui flottent dans le liquide, et il ne les y refoule pas en descendant. Il en résulte que la partie

fluide s'appauvrit graduellement de glace et devient ainsi de plus en plus accessible aux influences extérieures qui tendent soit à la réchauffer, soit à la surfondre. J'ai donc remplacé définitivement cet ancien agitateur par un agitateur nouveau, à mouvement de rotation, dont la palette est formée d'une toile de platine et dont l'axe est constitué par la tige même du thermomètre, sans le toucher. Elle est maintenue en place au moyen d'une épingle qui s'engage dans la boucle d'un fil de platine serré à la base de la tige. Quand on veut déterminer l'agitation, on fait tourner le thermomètre autour de son axe, au moyen d'un système d'engrenages qu'on manœuvre à distance. L'agitation faite, on oriente la graduation dans un sens convenable et on procède à la lecture au moyen d'une lunette. Dans ces conditions, les paillettes de glace formées dans l'intérieur des mailles de la toile métallique n'en sortent point, et celles qui ont pris naissance au dehors ne cessent de tourbillonner dans toute la masse liquide. Les surfaces de contact entre l'eau et la glace sont donc extrêmement étendues, rapidement renouvelées, et, dans ces conditions, il ne peut y avoir ni surfusion, ni surchauffe.

» Une dernière modification, apportée à mon ancien mode opératoire, est relative à la grandeur de la surfusion. Je la fais maintenant cesser, dans toutes les expériences, dès qu'elle a atteint $0^{\circ},5$. Alors les paillettes de glace deviennent de suite assez nombreuses pour neutraliser les influences perturbatrices extérieures. Le thermomètre remonte très vite, et, en deux ou trois minutes, il atteint le point de congélation normal. Il y reste absolument stationnaire pendant plus d'un quart d'heure.

» La preuve de l'exactitude de ce procédé résulte de ce qu'il donne, pour la température de congélation de l'eau distillée, le *même* nombre que celui qu'on obtient pour la température de la neige fondante, ou de la glace pure fondante, en suivant le procédé classique. L'écart n'atteint pas $\frac{1}{500}$ de degré.

» J'ai déterminé, de cette manière, les abaissements du point de congélation des dissolutions de *sucre de canne*, en m'attachant de préférence aux plus étendues possibles. Ces dissolutions ont toutes été préparées avec du sucre candi, quelques moments seulement avant d'être mises en expérience. La même eau a été employée, aussi bien pour faire les dissolutions que pour déterminer le zéro au commencement et à la fin de chaque journée. La température du laboratoire est restée comprise entre 5° et 7°. Je n'ai fait qu'une seule observation sur chaque dissolution, et c'est le résultat de cette observation que je rapporte dans le Tableau suivant.

Poids du sucre dans 100gr d'eau. P.	Abaissement du point de congélation. C.	Abaissement moléculaire. $\frac{C}{P} \times 342$.
gr 0,683	° 0,042	20,9
1,426	0,086	20,6
2,154	0,128	20,3
2,848	0,168	20,1
4,329	0,252	19,9
5,859	0,340	19,8
7,297	0,422	19,8
11,132	0,652	20,0
16,098	0,956	20,3
39,040	2,274	21,6

(Le nombre $342 = C^{12}H^{11}O^{11}$ est le poids moléculaire du sucre.)

» Si l'on prend pour abscisses les abaissements du point de congélation, et pour ordonnées les abaissements moléculaires du sucre de canne, on trouve que ceux-ci sont représentés par une courbe, qui se confond, excepté aux points d'origine, avec celle que j'ai donnée pour la même substance, dans les *Annales de Chimie et de Physique* (6e série, t. VIII; 1886), et dont M. Arrhénius a critiqué la partie relative aux dissolutions extrêmement étendues (*Zeitschrift f. Phys. Chem.*, t. II, p. 501; 1888). Cette partie se relève donc bien réellement, à l'approche de l'axe des ordonnées, et je ne m'étais pas trompé en disant que les abaissements moléculaires du sucre subissent, comme ceux des autres corps, un accroissement graduel dès que les dissolutions dépassent un certain degré de dilution. Il est vrai de dire que cet accroissement est ici tellement faible qu'il semble justifier, sur ce point particulier, les prévisions du savant d'Upsala.

» La marche absolument régulière des résultats précédents, même de ceux qui se rapportent à des abaissements extraordinairement faibles (tels que $C = 0°,042$), confirme ce que j'ai dit plus haut, savoir : que la méthode perfectionnée que je viens de décrire permet de mesurer les abaissements faibles du point de congélation à $\frac{1}{500}$ de degré près. C'est un progrès considérable et de nature à augmenter notablement les ressources de la Cryoscopie. »

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie de la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Louis-Philippe Gilbert*, Correspondant pour la Section de Mécanique, décédé à Louvain le 4 février 1892.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. *Ledieu*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Manen obtient	. . . .	40 suffrages.
M. Antoine »	. . . .	4 »

M. **Manen**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Nouvelle mesure de la base de Perpignan.* Note de M. le Général **Derrécagaix**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de M. le Ministre de la Guerre, les résultats de la nouvelle mesure de la base de Perpignan, qui a été exécutée dans le courant de l'été dernier.

» Dans une précédente Communication, le Service géographique de l'armée a fait connaître à l'Académie que le réseau de la nouvelle méridienne de France s'appuie sur les trois bases de Paris, Cassel et Perpignan, dont les deux premières sont nouvelles et dont la dernière appartient à l'ancienne méridienne de Delambre et Méchain. Il lui a rendu compte des résultats obtenus par la mesure de la base de Paris, qui a été tracée dans le voisinage de l'ancienne base de Melun; cette mesure, faite avec l'appareil bimétallique du Service géographique, étalonné à Breteuil sur le mètre international, a démontré : 1° que la longueur de la base de Melun, calculée, ne diffère que de 1^{cm} de la longueur mesurée par Delambre avec l'appareil de Borda; 2° que la base de Perpignan, calculée par le nouvel enchaînement, est supérieure de $0^{cm},34$ à la mesure directe, obtenue par le même astronome, soit une différence de $\frac{1}{35000}$. On sait, en outre, que, par les opérations de l'ancienne méridienne, la base de Perpignan, calculée à partir de celle de Melun, est inférieure de un tiers de mètre à la longueur

mesurée, et que, si l'on fait intervenir dans le réseau la petite méridienne dite de Fontainebleau, l'écart est de signe contraire et atteint $1^m,82$.

» En présence de ces désaccords, le Service géographique a cru devoir procéder à une nouvelle mesure de la base de Perpignan et il a fait effectuer cette opération pendant la campagne géodésique de 1891.

» La base s'étend le long de la route de Perpignan à Narbonne, entre le Vernet et Salces, sur une longueur de $11706^m,40$, nombre donné par Delambre. Les termes, établis par Méchain, ont été découverts et restaurés successivement par Coraboeuf en 1825 et par Perrier en 1870, mais sans que les repères primitifs aient été déplacés, ni même ébranlés; ils ont été retrouvés en parfait état de conservation. Méchain les ayant fixés sur le bord extérieur du fossé de la route, pour ne pas gêner la circulation, on a dû opérer comme Delambre l'avait fait, c'est-à-dire effectuer la mesure en dehors de leur alignement, sur la chaussée même, entre des repères provisoires qui ont été définis par les pieds des perpendiculaires abaissées de chacun des termes sur la ligne à mesurer.

» La route présente un léger coude, vers le milieu de la distance; la base est donc brisée : un repère, solidement fondé, marquait le point de rencontre des deux segments, dont l'angle de déviation est de 42 minutes centésimales.

» La mesure a été faite avec l'appareil bimétallique, déjà employé sur la base de Paris. Elle n'a été effectuée qu'une seule fois; il a paru inutile de la répéter, l'expérience ayant prouvé : 1° que les erreurs matérielles, soit de pointé, soit de lecture, ne peuvent se produire, grâce à la méthode suivie dans les opérations de chaque portée; 2° que la précision obtenue est suffisante, surtout quand il s'agit d'une base de vérification, l'erreur moyenne étant évaluée à 1^{mm} par kilomètre.

» Cependant, pour être affranchi de toute incertitude sur le résultat, on s'est imposé un contrôle par une opération géodésique. A cet effet, ayant choisi trois tronçons de la base, dont l'un est représenté par le segment nord de la ligne brisée, et dont les deux autres sont constitués par deux fragments de ce même segment, on les a reliés par triangulation au premier côté géodésique Espira-Forceral, qui dérive de la base. Chacune de ces liaisons a été établie par un quadrilatère indépendant, dont les deux diagonales ont été observées, et qui a été ensuite compensé.

» Enfin, pour avoir exactement les altitudes des repères dont on a besoin dans le calcul de la réduction au niveau de la mer, on a rattaché, par

un nivellement de précision, les termes provisoires aux repères les plus voisins du nivellement général de la France.

» Ces diverses opérations ont été dirigées par M. le lieutenant-colonel Bassot et exécutées, pour la mesure de la base, par M. le commandant Defforges, assisté de MM. les capitaines Couderc de Fonlongue, Bourgeois, Dumay, Dumézil et Duplessis; pour la triangulation, par M. Couderc de Fonlongue; pour le nivellement, par M. Bourgeois.

» Les résultats définitifs sont les suivants :

» 1° La ligne mesurée, réduite à la base de Delambre, donne pour longueur de cette base 11706^{m},69;

» 2° Cette longueur est vérifiée par le raccordement géodésique des segments à la base entière, avec une approximation de $\frac{1}{250000}$ (1).

» Il résulte de là :

» 1° Que la mesure moderne de la base de Perpignan donne un résultat supérieur de 0,29 à celui que Delambre a fourni avec les règles de Borda;

2° Que cette nouvelle longueur est inférieure de 5^{cm} seulement à celle qui est calculée en partant de la base de Paris; l'écart est de $\frac{1}{234090}$. Cette précision témoigne en faveur de la triangulation de la nouvelle méridienne, établie entre les deux bases, et dont le développement embrasse 6° de latitude. »

---

(1) Nombres obtenus :

		Δ.
	m	m
Mesure moderne de la base de Perpignan........	11706,691	»
Delambre avait trouvé..........................	11706,394	—0,293

Vérification de la mesure moderne par la triangulation.

Longueur du côté géodésique Forceral-Espira :

	m	m	
1° En partant de la base totale....	11706,691	13728,266	»
2° » du segment nord....	5622,027	13728,219	—0,047
3° » du 1er fragment.....	3184,720	13728,198	—0,068
4° » du 2e fragment.....	2437,307	13728,216	—0,050

Comparaison des longueurs mesurée et calculée de la base de Perpignan.

Longueur mesurée...........................	11706,69	»
Longueur calculée en partant de la base de Paris.	11706,74	+0,05

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Darboux** rappelle que, en 1840, un jeune berger des environs de Tours, Henri Mondeux, qui pouvait effectuer avec une extrême facilité les calculs numériques les plus complexes, a été présenté à l'Académie. Il demande la permission de présenter un jeune homme, M. *Jacques Inaudi*, doué de facultés au moins aussi extraordinaires.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Inaudi se place en face du Bureau et il effectue de tête et avec une extrême rapidité différentes opérations, parmi lesquelles nous citerons les suivantes :

Retenir les deux nombres

4 123 547 238 445 523 831
1 248 126 138 234 128 910

et les soustraire l'un de l'autre.

Calculer

$$\sqrt{\frac{4801^2 - 1}{6}}.$$

(Commissaires : MM. Tisserand, Charcot, Darboux, Poincaré.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les fascicules 3 et 4 du tome XV des « Acta mathematica » publiés par M. *G. Mittag-Leffler*.

M. **Considère**, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre de la Guerre** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, diverses feuilles de la Carte de France, de la Carte de la Tunisie et de la Carte d'Afrique, publiées par le Service géographique de l'armée.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches nouvelles sur l'atmosphère solaire*. Note de M. **H. Deslandres**.

« Dans une Note précédente (voir *Comptes rendus*, août 1891), j'ai exposé les recherches faites par la Photographie sur le rayonnement de l'atmosphère solaire, dans une partie non encore explorée et comprenant le bleu, le violet et l'ultra-violet jusqu'à λ 380. J'ai poursuivi cette étude dans la partie contiguë de la région ultra-violette invisible, jusqu'à la longueur d'onde λ 350.

» *Appareils*. — Mais, dans cette partie nouvelle, les radiations sont absorbées fortement par les verres ordinaires d'optique, et j'ai dû changer les appareils primitifs. Pour la projection de l'image solaire, j'ai employé le sidérostat de Foucault et un miroir concave argenté de 8 pouces. Le spectroscope à prismes, d'autre part, a été remplacé par un spectroscope à réseau de Rowland et lentilles de quartz.

» *Résultats*. — Chaque épreuve donne le spectre du bord solaire de λ 410 à λ 350, et montre toutes les raies de la chromosphère sur cette longue étendue, le dispositif adopté assurant la mise au point simultanée de tous les rayons sur la fente ([1]).

» Or j'ai retrouvé, dans plusieurs protubérances du second semestre de 1891, la série des raies ultra-violettes de l'hydrogène, reconnues pour la première fois par M. Huggins dans les étoiles blanches. J'ai obtenu jusqu'à huit raies brillantes successives ([2]), toutes fines et nettes ([3]), et il n'est pas douteux que, dans une station de haute montagne, on obtiendrait les deux dernières de la série. Ainsi le Soleil, qui est une étoile jaune, offre dans certaines parties de son atmosphère le rayonnement caractéristique des étoiles blanches. Ce résultat est important; car il appuie nos idées actuelles sur l'évolution des astres.

» J'ai obtenu aussi la raie un peu plus réfrangible que α_1 (λ 388) de l'hy-

---

([1]) Ces épreuves ont été obtenues avec le concours de mon assistant M. Mittau.

([2]) M. Hale a déjà annoncé qu'il avait trouvé cinq de ces raies; le professeur Young en a obtenu quatre.

([3]) Ces raies ultra-violettes de l'hydrogène manquent, comme on sait, dans le spectre du disque, ou apparaissent très élargies.

drogène, signalée pour la première fois par M. Hale, et contestée récemment par M. le professeur Young. Mais cette raie, toujours inférieure ou égale au plus à la raie $H\alpha_1$, ne se présente pas souvent. Les seules raies permanentes que j'aie observées, dans cette région, sont les raies de l'hydrogène.

» En même temps, avec cet appareil, plus dispersif que le précédent, j'ai photographié les spectres de taches et de facules. Les raies H et K du calcium apparaissent souvent brillantes, et elles sont toujours plus intenses et plus longues que les raies de l'hydrogène (¹); de plus, la grande largeur des bandes sombres qui leur servent de fond est particulièrement favorable pour l'étude des déplacements et des vitesses radiales. Ces épreuves se prêtent donc, dans une certaine mesure, à l'étude régulière des mouvements de l'atmosphère solaire dans la partie qui se projette sur le disque. Le spectroscope photographique, mobile autour d'un axe, décrit dans la Note précédente, permet d'enregistrer les formes et les vitesses des masses incandescentes à la surface du Soleil, non seulement dans la partie annulaire qui entoure le disque, mais dans la demi-sphère entière tournée vers la Terre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une interprétation nouvelle du théorème d'Abel.* Note de M. **Sophus Lie**, présentée par M. E. Picard.

« Si l'on soumet une courbe dans l'espace à un mouvement de translation, tous les points de cette courbe décrivent des courbes congruentes, ayant des tangentes parallèles. Ensuite, si une surface peut être engendrée d'une manière par la translation d'une courbe, elle admet encore une autre génération pareille. J'appelle de telles surfaces, dont je m'occupe depuis longtemps, des *surfaces de translation*.

» Les surfaces de translation sont représentées par des équations de la forme

$$x = A_1(t_1) + B_1(t_2), \qquad y = A_2(t_1) + B_2(t_2), \qquad z = A_3(t_1) + B_3(t_2),$$

les A et les B désignant des fonctions quelconques de l'argument t_1 ou t_2.

» Si les fonctions A, B, C et D satisfont à trois équations fonctionnelles

(¹) Ces raies brillantes offrent souvent aussi un renversement au centre.

de la forme

$$A_k(t_1) + B_k(t_2) = C_k(t_3) + D_k(t_4),$$

et si, de plus, les arguments t_1, t_2, t_3, t_4 sont liés par deux équations seulement, dont chacune contient trois arguments au moins, notre surface, qui sera aussi représentée par les équations

$$x = C_1(t_3) + D_1(t_4), \qquad y = C_2(t_3) + D_2(t_4), \qquad z = C_3(t_3) + D_3(t_4),$$

peut être engendrée de quatre manières différentes par un mouvement de translation de certaines courbes.

» Je me suis proposé le problème général de *trouver toutes les surfaces courbes qui peuvent être engendrées de quatre manières différentes par la translation de certaines courbes.*

» En termes plus précis, je cherche à déterminer les fonctions A, B, C et D de telle sorte que les équations

$$A_k(t_1) + B_k(t_2) = C_k(t_3) + D_k(t_4),$$
$$k = 1, 2, 3$$

donnent entre les arguments t_1, t_2, t_3, t_4 deux relations seulement, chacune d'elles contenant au moins trois arguments. J'exclus le cas trivial où la dernière des équations fonctionnelles dépend linéairement des deux premières.

» On trouve toutes les solutions de ce problème en prenant une équation $F(\alpha, \beta) = 0$ du quatrième ordre *irréductible* ou *réductible*, formant ensuite les expressions

$$\int^{\alpha} \frac{\alpha\, d\alpha}{F'_{\beta}} = \varphi_1(\alpha), \qquad \int^{\alpha} \frac{\beta\, d\alpha}{F'_{\beta}} = \varphi_2(\alpha), \qquad \int \frac{d\alpha}{F'_{\beta}} = \varphi_3(\alpha),$$

et posant enfin

$$A_k(\alpha) = B_k(\alpha) = -C_k(\alpha) = -D_k(\alpha) = \varphi_k(\alpha).$$

» Qu'on obtienne de cette manière des solutions, c'est une *conséquence à peu près immédiate du theorème d'Abel* appliqué aux points d'intersection d'une courbe du quatrième ordre avec une droite. Au contraire, qu'*on obtienne de cette manière toutes les solutions de mon problème, c'est une vérité assez cachée* dont je dois la découverte à un heureux hasard.

» Je suis parvenu à démontrer pour n dimensions un théorème analogue que voici :

» *Les p équations fonctionnelles*

$$A_{k1}(t_1) + \ldots + A_{k,p-1}(t_{p-1}) = -A_{kp}(t_p) - \ldots - A_{k,2p-2}(t_{2p-2})$$
$$(k = 1, \ldots, p)$$

sont satisfaites, quand on demande que les arguments $t_1, \ldots, t_{2p-2}$ *soient liés seulement par* $p-1$ *équations, dont chacune contienne au moins p arguments, de la manière la plus générale par des expressions de la forme*

$$A_{ki}(t) = \varphi_k(t),$$

$\varphi_1(x), \ldots, \varphi_p(x)$ *désignant p intégrales abéliennes de la première espèce et du genre p* (1). *Il existe des solutions spéciales qui sont toutes des intégrales abéliennes dont le genre est moindre que p.*

» Je fais abstraction des solutions triviales qu'on obtient en posant

$$A_{pi}(t_i) = d_1 A_{1i}(t_i) + \ldots + d_{p-1} A_{p-1,i}(t_i),$$

les d_k désignant des constantes.

» On peut supposer que le système des fonctions

$$(1) \qquad A_{kp}, \quad \ldots, \quad A_{k,2p-2} \qquad (k = 1, \ldots, p)$$

n'est pas complètement déterminé quand le système des fonctions

$$(2) \qquad A_{k1}, \quad \ldots, \quad A_{k,p-1} \qquad (k = 1, \ldots, p)$$

est donné. Dans ces cas, il existe précisément ∞^{p-2} systèmes (1) correspondants au système (2) donné.

» La solution complète de ce problème accessoire découle d'un théorème auxiliaire bien intéressant, qu'on pourra, pour le cas de $p = 4$, formuler de la manière suivante :

» *Il existe dans l'espace* ∞^2 *courbes gauches du troisième ordre, passant par 5 points donnés. Chacune de ces courbes détermine dans un plan quelconque les sommets d'un triangle, et tous ces triangles sont autopolaires par rapport à une certaine conique.*

---

(1) Le théorème ci-dessus a une certaine analogie avec un théorème important de M. Kœnigsberger; néanmoins il existe une différence essentielle, car, d'une part, mes équations contiennent un nombre beaucoup plus grand de fonctions inconnues; d'autre part, M. Kœnigsberger suppose d'avance que les arguments sont liés par des relations *algébriques*.

» Il est digne de remarque que la démonstration de mon théorème général devienne assez facile aussitôt que p surpasse 4. En effet, en utilisant avec M. Weber sa courbe normale de genre p qui s'introduit au reste *forcément* dans mon analyse, et en profitant de la détermination exacte de M. Nöther du nombre des surfaces du second ordre contenant une telle courbe normale, le seul point un peu difficile dans mes développements consiste dans la découverte d'un théorème général, qu'on pourra, pour le cas de $p = 5$, formuler de la manière suivante :

» *Si, dans un espace à quatre dimensions, huit courbes données coupent chaque plan à trois dimensions en huit points situés sur trois surfaces à deux dimensions du second ordre, linéairement indépendantes, les courbes données dans l'espace à quatre dimensions sont des branches de la courbe d'intersection de trois surfaces à trois dimensions du second ordre.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales des équations du premier ordre qui n'admettent qu'un nombre fini de valeurs.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Soit

$$(1) \quad F[y', y, (x)] \equiv y'^{\mu} P_{\mu}(y, (x)] + y'^{\mu-1} P_{\mu-1}[y, (x)] + \ldots + P_0[y, (x)] = 0$$

une équation du premier ordre dont le premier membre est un polynôme irréductible en y', y et une fonction algébrique de x. Si l'intégrale générale ne prend qu'un nombre fini n de valeurs autour des points critiques mobiles, trois cas peuvent se présenter : 1° le genre ϖ de la relation entre les constantes intégrales est plus grand que 1 (l'équation s'intègre alors algébriquement); 2° ϖ est égal à 1; 3° ϖ est nul. *Ces deux derniers cas sont les seuls où l'intégrale puisse être transcendante.*

» Pour plus de clarté, bien que cette restriction ne soit pas indispensable, nous supposons que l'équation $F = 0$ en y' n'admet pas de racines multiples d'ordre supérieur à 2, si ce n'est pour des valeurs isolées de x, y : autrement dit, soit $D[y, (x)]$ le *discriminant* obtenu en éliminant y' entre $F = 0$ et $\frac{\partial F}{\partial y'} = 0$; si $y(x)$ satisfait à l'équation $D = 0$, l'équation (1) n'admet que des racines doubles, sauf pour des valeurs particulières de x. *Étant donnée une équation* (1) *quelconque, on peut toujours la ramener algébriquement à une forme où cette condition soit remplie.* Enfin il nous est loisible de remplacer dans (1) y par $\frac{ay_1 + b}{cy_1 + d}$, a, b, c, d étant des fonctions

algébriques quelconques de x. Après cette transformation, P_0 renferme y à la puissance ν, P_1 à la puissance $\nu - 2, \ldots, P_n$ à la puissance $\nu - 2n$.

» Ceci posé, plaçons-nous d'abord dans l'hypothèse $\varpi = 0$. L'intégrale se laisse alors définir par une équation $f[C, y, (x)] = 0$, où f est un polynôme en C et y de degré μ en C et de degré n en y, ou encore par l'équation $\varphi[\gamma, \eta, (x)] = 0$, où φ est un polynôme en γ et η et une fonction algébrique de x et où γ désigne une fonction de x qui satisfait à une équation de Riccati. En raisonnant comme dans ma Communication précédente (voir les *Comptes rendus* du 18 janvier), on voit que, si l'intégrale est transcendante, il ne saurait exister plus de deux valeurs *remarquables* c de C, c'est-à-dire plus de deux valeurs pour lesquelles $f = 0$ admette des racines multiples $y(x)$ quel que soit x.

» D'autre part, soient $\alpha_i, \beta_i, \ldots, \delta_i$ les degrés de multiplicité des l_i racines distinctes $y(x)$ qui correspondent à une des k valeurs remarquables c_i de C, et soit r le nombre de racines distinctes $y(x)$ de l'*intégrale singulière* $d[y, (x)] = 0$. Nous montrons qu'on a

$$(2) \quad \nu - r = 2n - \sum_{i=1}^{i=k} (\alpha_i - 1) + (\beta_i - 1) + \ldots + (\delta_i - 1) = n(2 - k) + \sum_{i=1}^{i=k} l_i.$$

» Cette égalité fournit une limite supérieure de n si k est inférieur à 2. Si $k = 2$, $l_1 + l_2$ est égal à $\nu - r$: nous pouvons toujours admettre que c_1 et c_2 sont 0 et ∞; or considérons la fonction $C[y, (x)] = f[y', y, (x)]$ définie par $f = 0$, et posons

$$(3) \qquad \frac{dC}{C} = A[y', y, (x)][dy - y'\,dx];$$

A est une fonction algébrique à μ valeurs de y et n'admet, pour x quelconque, que $(\nu - r)$ infinis du premier ordre; A vérifie donc une équation algébrique de degré μ en A et de degré $(\nu - r)$ en y.

» S'il existe deux telles fonctions A et A', pour lesquelles le second membre de (3) soit une différentielle totale, $\frac{A}{A'} =$ const. est l'intégrale de (1) : d'où une limite supérieure de n. Si toutes ces fonctions A ne diffèrent que par un facteur constant, on forme algébriquement une expression

$$e^{\int a(x)\,dx} \alpha(y, x)(dy - y'\,dx)$$

qui est une différentielle totale; l'équation (1) se trouve ainsi intégrée par quadratures.

» Plaçons-nous maintenant dans l'hypothèse $\varpi = 1$. L'intégrale se laisse définir par une relation $f[C, y, (x)] = 0$ de degré μ en C et de degré $2n$ en y, ou encore par une relation $\varphi(\gamma, y, (x)] = 0$, algébrique en x, de degré μ en C et de degré n en y, où γ est égal à $\text{sn}[v(x) + h]$. On voit aisément qu'il ne peut exister une seule valeur remarquable de C sans que $\text{sn}[v(x)]$ ne soit algébrique en x. Si l'intégrale est transcendante, on a donc $\nu - r = 4n$, et l'on ramène algébriquement l'équation (1) à une équation de la forme $\frac{d\gamma}{\sqrt{(1-\gamma^2)(1-k^2\gamma^2)}} = g(x)\,dx$, où k désigne une constante.

» Nous arrivons ainsi à la conclusion suivante :

» *Étant donnée une équation* (1) *quelconque, on peut toujours reconnaître si son intégrale est une fonction* transcendante *qui ne prend qu'un nombre fini, non donné, de valeur autour des points critiques mobiles (et l'on ramène alors l'équation à une équation de Riccati), ou bien on intègre l'équation par des quadratures.* Le mot *quadrature* doit être pris ici dans son sens le plus étendu : les quadratures à effectuer portent, suivant les cas, sur des différentielles ordinaires ou des différentielles totales; ajoutons que la méthode s'étend aux équations (1) dont les coefficients dépendent algébriquement de la même fonction transcendante $u(x)$.

» Le but que je m'étais proposé quand j'ai commencé à étudier les équations du premier ordre est donc atteint : *on sait ramener algébriquement aux transcendantes définies par les quadratures ou par l'équation de Riccati les transcendantes, n'admettant dans le plan qu'un nombre fini de valeurs qui intègrent une équation quelconque du premier ordre.*

» Il reste à examiner le cas où l'intégrale de (1) est algébrique. On peut effectuer alors sur x et y la transformation homographique la plus générale. Comme je l'ai montré antérieurement (voir les *Comptes rendus*, mai 1891), dans l'hypothèse $\varpi = 1$, on forme algébriquement une intégrale de première espèce, attachée à la surface $F = 0$ qui, égalée à une constante, définit l'intégrale de (1). Dans l'hypothèse $\varpi = 0$, il convient de suivre la marche que j'ai indiquée dans ma dernière Communication pour les équations du premier degré, en ne tenant compte que des points critiques mobiles. Les points singuliers de l'équation (1) sont alors : 1° les points communs à toutes les courbes $P_i(y, x) = 0$, s'il en existe; 2° les points (isolés) de la courbe, lieu des points de rebroussement des intégrales pour lesquels $\frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial F}{\partial y} y'$ est nul. A ces différents points correspondent, comme

pour le cas du premier degré, certains entiers $\mu_1, \mu_2, \ldots$ (plus grands que 1) et des groupes Σ d'entiers $(\lambda_2, \ldots, \lambda_j)$ parmi lesquels il suffit de considérer les groupes Σ' où tous les λ_i ne sont pas égaux à 1. On peut déterminer une limite supérieure du degré n de l'intégrale : 1° quand il n'existe pas de groupes Σ'; 2° quand les groupes μ et tous les nombres λ des Σ' sont plus grands que 2; 3° quand tous les nombres λ des Σ' sont plus grands que 5, etc. Toutefois, dans certains cas exceptionnels où l'une de ces conditions est remplie, on sait seulement ramener l'équation à des quadratures.

» On peut compléter la méthode en introduisant certaines égalités relatives au nombre des points d'intersection, au genre, etc., des intégrales et les égalités correspondantes obtenues en transformant l'équation (1) en coordonnées tangentielles. Plus généralement, il y aura utilité à se servir des transformations de contact birationnelles. Si l'on ne parvient pas ainsi à une solution générale du problème, la méthode fournit du moins, dans tous les cas, d'importants renseignements sur la forme possible des intégrales, et permet, dans des cas extrêmement étendus, de reconnaître si l'équation s'intègre algébriquement ou de l'intégrer par quadratures. »

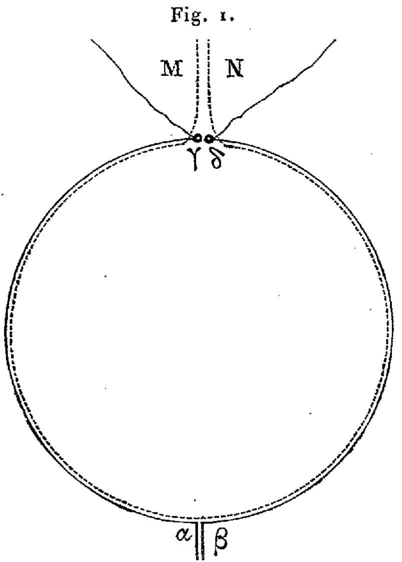
ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau procédé pour transmettre des ondulations électriques le long de fils métalliques, et sur une nouvelle disposition du récepteur*. Note de M. R. **Blondlot**, présentée par M. Poincaré.

« J'emploie pour produire des ondulations électriques et pour les transmettre le long de fils métalliques un procédé qui diffère de celui de M. Hertz et qui m'a rendu de très bons services. Un condensateur est formé de deux armatures circulaires α et β (*fig.* 1), d'environ 12^{cm} de diamètre et écartées de 1^{cm} au plus; à ces armatures sont soudés deux fils de cuivre de 3^{mm} de diamètre, $\alpha\gamma$ et $\beta\delta$, terminés par des boules γ et δ, et recourbés de façon que chacun d'eux forme un peu moins de la moitié d'un cercle de 2^{m} de diamètre. Les boules γ et δ sont reliées par deux fils aux pôles d'une bobine d'induction. Lorsque celle-ci fonctionne, le condensateur $\alpha\beta$ se charge, puis se décharge par une étincelle qui éclate entre les boules; cette décharge est oscillatoire. Tel est le circuit primaire, autrement dit l'excitateur.

» Le circuit secondaire est formé d'un fil de cuivre recourbé de façon à former un cercle d'un diamètre inférieur de 1^{cm} à celui du circuit primaire; ce fil est engainé dans un tube de caoutchouc à vide et lié contre

le primaire, du côté interne de celui-ci (pour rendre la figure plus claire, on l'a figuré en traits interrompus); il se termine aux deux points M et N, situés de part et d'autre du diamètre qui joint le milieu de $\alpha\beta$ à celui de $\gamma\delta$.

Fig. 1.



» Les oscillations dont le circuit de l'excitateur est le siège produisent autour de ce circuit un champ de force électromagnétique périodique d'une grande intensité : si l'on rapproche les extrémités M et N du circuit secondaire, des étincelles jaillissent entre elles; ces étincelles sont, dans certains cas, plus longues que celles du circuit primaire; j'en ai obtenu dont la longueur atteignait 11^{mm}.

» Pour transmettre les ondulations, je soude aux extrémités M et N des fils de cuivre tendus parallèlement; c'est entre ces fils que je plaçais mon résonateur dans les expériences par lesquelles j'ai déterminé la vitesse de propagation des ondulations électromagnétiques [1].

» Les avantages du procédé que je viens de décrire sont les suivants : les phénomènes sont très intenses et, par suite, faciles à observer; l'étincelle primaire est toujours oscillatoire, sans qu'on ait besoin de repolir les boules; il est très aisé de changer la période de l'excitateur, puisqu'il suffit pour cela de rapprocher ou d'écarter l'une de l'autre les armatures du condensateur $\alpha\beta$. Mais le principal avantage est le suivant : avec le pro-

---

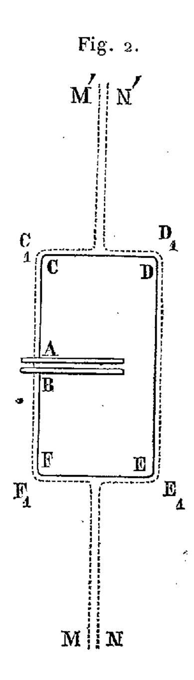
[1] *Comptes rendus,* t. CXIII, p. 628, et *Journal de Physique*, 2e série, t. X, p. 549.

cédé de M. Hertz, il se produit, dans le cas où les fils le long desquels les ondes se transmettent ne sont pas réunis à leur extrémité opposée à l'excitateur, une charge statique de ces fils due à l'influence des charges des deux plaques de l'excitateur. Ces phénomènes électrostatiques, tout à fait indépendants des ondes électriques, sont gênants dans certaines expériences (¹); ils n'existent pas dans le procédé que j'emploie. Du reste, les nœuds et les ventres ont, pour chaque résonateur, exactement les mêmes positions avec mon dispositif qu'avec celui de M. Hertz.

» Il va sans dire que la forme circulaire, que j'ai donnée au circuit de l'excitateur, n'est pas nécessaire : d'autres formes, en particulier la forme rectangulaire, conviennent également bien.

» Dans le but d'augmenter l'action exercée sur le résonateur, je le dispose de la manière suivante. Les fils MM', NN' sont tendus parallèlement,

Fig. 2.



à la distance d'environ 2^{cm}; dans la région de leur parcours où l'on peut placer le résonateur, ils sont repliés, comme l'indique la *fig.* 2, de façon

(¹) V. Bjerknes, *Sur le mouvement de l'électricité dans l'excitateur de Hertz* (*Annales de Wiedemann*, Bd. XLIV, p. 520 et *Archives des Sciences physiques et naturelles*, septembre 1891, p. 242).

à former un rectangle $C_1D_1E_1F_1$, un peu plus grand que celui du circuit du résonateur. Ce dernier est disposé de manière que son circuit ACDEFB soit encadré par le rectangle $C_1D_1E_1F_1$: l'action inductrice se produit ainsi sur les quatre côtés du circuit du résonateur et à une distance très petite ($0^{cm},5$ environ); il en résulte que les effets sont très intenses. Des supports appropriés, qu'il est inutile de décrire, servent à maintenir dans leurs positions respectives les fils inducteur et induit. Comme, avec cette disposition, il est impossible de faire voyager le résonateur le long des fils MM', NN', j'emploie, pour déterminer les longueurs d'onde, la méthode du pont mobile, que j'ai précédemment décrite [1].

» On voit que la disposition de l'excitateur et celle du récepteur sont toutes pareilles, comme dans le cas du téléphone électromagnétique. On peut même les construire de même grandeur, l'excitateur et le récepteur ne différant qu'en ce qu'une distance explosive existe sur le circuit du premier, et un micromètre à étincelles entre les armatures du second : cet appareil fonctionne avec une grande intensité. »

PHYSIQUE. — *Réfraction des gaz liquéfiés.* Note de M. **James Chappuis**, présentée par M. Lippmann.

« I. Les recherches expérimentales sur la réfraction des gaz liquéfiés étaient bornées, jusqu'à ces dernières années, à l'étude des gaz que le froid suffit à liquéfier facilement : le cyanogène, l'acide cyanhydrique et l'acide sulfureux.

» M. Bleekrode, en 1884, a augmenté cette liste en déterminant, à des températures toujours voisines de 16°, les indices de réfraction de quelques autres substances (CO^2, AzO, AzH^3, les hydracides, Cl, PhH^3, C^4H^4) dont la plus difficile à liquéfier était l'éthylène. Ce savant employa dans ce but la méthode du microscope, due au duc de Chaulnes; l'exactitude de cette méthode est limitée à la seconde décimale, l'erreur probable a pour valeur 0,0058, et c'est là un inconvénient grave; cependant M. Bleekrode fait remarquer qu'il est au moins douteux que les procédés usuels puissent être appliqués au cas des gaz liquéfiés et que sa méthode a l'avantage de permettre l'emploi des cuves à parois plan-parallèles plus faciles à fermer sous les pressions élevées qu'elles doivent supporter.

---

(1) *Journal de Physique*, 2e série, t. X, p. 554.

» L'influence de la température a été signalée, mais non mesurée; enfin l'étude de la dispersion n'a pas été faite.

» II. J'ai imaginé une méthode de mesure dans laquelle les difficultés de construction et de fermeture sont de même nature, puisque la cuve qui contient le liquide est à faces parallèles; elle est plus sensible que celle du microscope et me permettra de combler les lacunes que je viens de signaler.

» En voici le principe : supposons deux prismes à arêtes parallèles qui soient de sens contraire et accolés par une de leurs faces. Appelons A_1 et A_2 leurs angles, n_1 et n_2 leurs indices pour la raie D; *si le rayon incident et le rayon émergent qui traversent ce système sont respectivement normaux aux faces d'entrée et de sortie,* ces quatre quantités satisferont à la relation

$$n_1 \sin A_1 = n_2 \sin A_2. \tag{1}$$

» Imaginons que le premier prisme soit formé par le liquide étudié, d'indice n_1, et que le second soit un prisme de verre, d'indice n_2 connu, dont l'angle au sommet soit variable et mesurable; ce système permettra de réaliser les conditions énoncées et de calculer n_1 par la formule (1).

» La sensibilité de cette méthode est

$$S = \frac{\sin A_1}{n_2} \frac{1}{\cos A_2};$$

elle augmente avec l'angle à mesurer A_2, d'une part, et aussi avec l'angle A_1 du prisme liquide que l'on devra prendre aussi grand que possible; elle est enfin d'autant plus grande que n_2 est plus petit; on devra donc prendre un prisme d'angle variable en crown. Le choix du crown a de plus cet avantage que le coefficient de variation de son indice, sous l'influence de la température, est très faible, environ 0,000 000 65, et d'un ordre bien inférieur à celui des erreurs; une erreur d'une minute dans l'évaluation de A_2 correspond, en effet, dans la mesure de l'indice, à une erreur de 0,00044 pour $A_2 = 45^\circ$ et de 0,000 54 pour $A_2 = 30^\circ$, limites entre lesquelles j'ai opéré jusqu'ici.

» III. L'appareil comprend trois parties : une cuve à faces parallèles dans laquelle on liquéfie le gaz, un prisme d'angle variable, enfin une lunette.

» La cuve est une cavité cubique de 1^{cm} de côté taillée dans un bloc d'acier et fermée par des glaces à faces parallèles; sous la lame supérieure est soudé par un de ses côtés un prisme rectangulaire isoscèle de crown de 6^{mm} de côté qui, en plongeant dans le liquide, y forme un prisme de 45° égal et de sens contraire.

» Au-dessus de cette cuve et parallèlement est un diasporamètre de Govi, construit avec le même crown; la demi-sphère mobile de cet instrument tourne autour d'un axe qui doit être rendu parallèle à l'arête du prisme solide fixe; l'ensemble de ces deux pièces de crown forme le prisme d'angle variable.

» Enfin, la lunette est fixée sur une alidade à vernier, mobile devant un cercle divisé; cette alidade entraîne la demi-sphère du diasporamètre dans son mouvement et permet la mesure de l'angle du prisme formé; de plus le réticule de la lunette est éclairé, ce qui permet à la fois le réglage du parallélisme des faces de la cuve et du diasporamètre et la vérification de la perpendicularité des faisceaux lumineux aux faces d'entrée et de sortie.

» Le détail de ces opérations sera donné dans un Mémoire.

» Les premières mesures ont porté sur l'acide sulfureux et le chlorure de méthyle, dont les indices à zéro sous la tension maximum de leur vapeur ont été trouvés respectivement égaux à 1,3518 et à 0,3533 pour la raie D. Je ferai connaître prochainement l'influence de la température sur ces indices (¹). »

OPTIQUE. — *Pouvoirs rotatoires des rayons infra-rouges du quartz.* Note de M. E. **Carvallo** (²), présentée par M. Lippmann.

« 1. *Formule de dispersion.* — Dans une Note récente que M. Poincaré m'a fait l'honneur de présenter à l'Académie (³), j'ai indiqué comment les équations de Helmholtz peuvent expliquer la polarisation rotatoire du quartz. Après avoir retrouvé par la théorie les lois de Biot et de M. Cornu pour une lumière monochromatique, j'étais conduit à la formule très simple de dispersion

$$\omega = \frac{A n^2 - B}{\lambda^2}, \tag{1}$$

où ω, n, λ représentent le pouvoir rotatoire, l'indice de réfraction et la

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne.

(²) Ce travail a été fait au laboratoire d'enseignement de la Sorbonne, de M. Bouty.

(³) 14 décembre 1891.

longueur d'onde d'une même radiation. Quant aux nombres

$$(2) \qquad A = 11,90, \qquad B = 20,83$$

que j'ai communiqués dans cette Note, ils résultaient, par la méthode d'interpolation de Cauchy, des expériences de Soret et Sarazin citées dans la thèse de M. Joubin ([1]). Ayant pu, depuis, consulter le Mémoire original ([2]), j'y ai trouvé des observations plus nombreuses et surtout des renseignements utiles sur la précision de chacune. J'ai alors repris mon calcul et obtenu les nouvelles valeurs, meilleures que les précédentes,

$$(3) \qquad A = 11,976, \qquad B = 21,027.$$

» 2. *Comparaison de la formule aux nombres de Soret et Sarazin.* — Le Tableau complet étant très encombrant, en voici seulement un extrait :

Raie.		λ.	ω.	n.	$\omega\lambda^2$.	$An^2 - B$.	Différences O — C.
a		$\overset{\mu}{0},71836$	$14\overset{\circ}{,}30$	1,54019	7,379	7,381	−0,002
C.......		0,65621	17,31	1,54188	7,454	7,445	+0,009
F.......		0,48607	32,76	1,54966	7,740	7,732	+0,008
M......		0,37288	58,88	1,56149	8,187	8,173	+0,014
O.......		0,34401	70,59	1,56668	8,354	8,368	−0,014
P.......		0,33602	74,58	1,56842	8,421	8,434	−0,013
Cd	17..	0,27467	121,05	1,58750	9,133	9,155	−0,022
	18..	0,25713	143,25	1,59624	9,471	9,488	−0,017
	24..	0,22645	201,80	1,61816	10,348	10,332	+0,016
	25..	0,21935	220,71	1,62502	10,619	10,600	+0,019

» La première colonne donne la désignation de la raie d'après les auteurs. Les colonnes λ, n, ω sont empruntées à l'observation. Les nombres $\omega\lambda^2$ qui en résultent sont regardés comme les résultats de l'observation O. La colonne suivante $An^2 - B$, calculée au moyen des valeurs (3) et de la colonne n, offre les nombres calculés C. Les différences O — C portées dans la dernière colonne fournissent la comparaison des nombres calculés et des nombres observés. L'accord est, on le voit, satisfaisant ; les écarts, quoique ayant une allure systématique, peuvent être attribués aux erreurs

---

([1]) Juin 1888.

([2]) *Archives de Genève ;* 3e période, t. VIII, p. 5, 97 et 201.

d'observation soit de λ, soit de ω. Je me suis proposé de poursuivre la comparaison dans le spectre infra-rouge.

» 3. *Expériences dans le spectre calorifique.* — J'ai suivi en principe la méthode de Desains, le premier qui ait fait des mesures de cette espèce (1). Seulement, tandis que Desains ne fait pas connaître la longueur d'onde ni l'indice de réfraction de la radiation observée, j'ai pu fournir ces données, grâce aux travaux de M. Mouton (2) et en utilisant les résultats de ma thèse sur les indices calorifiques du spath. Je pense avoir aussi perfectionné la méthode expérimentale. On trouvera, dans un Mémoire plus complet, qui paraîtra bientôt, la recherche des meilleures conditions d'observation et une étude des erreurs systématiques par le calcul et par l'expérience.

» Qu'il me suffise d'indiquer ici le principe de la méthode. Sur la plateforme d'un goniomètre calorifique, où le réticule de la lunette est remplacé par une pile thermo-électrique linéaire, est placé un prisme de spath qui sert d'analyseur en même temps qu'il disperse la lumière. Entre cet analyseur et un polariseur (dont on peut mesurer les rotations sur une graduation de sa monture), est placé un canon de quartz. De là, dans le spectre, des cannelures qui servent de repères. Voici les résultats et leur comparaison à la formule (1) :

λ.	ω.	n.	$\omega\lambda^2$.	$An^2 - B$.	Différences O — C.
μ 2,14	° 1,60	1,5191	7,33	6,61	+0,72
1,77	2,28	1,5247	7,14	6,81	+0,33
1,45	3,43	1,5289	7,21	6,97	+0,24
1,08	6,18	1,5338	7,21	7,15	+0,06

» 4. *Conclusions.* — Les écarts entre l'observation et le calcul ont un caractère systématique, ils croissent avec la longueur d'onde. Ils ne peuvent pas être attribués aux erreurs expérimentales, la discussion des observations l'établit nettement. Ils ne doivent pas non plus faire rejeter entièrement la théorie. D'abord nous avons négligé l'absorption, et c'est justement quand elle devient forte que l'accord cesse. Puis je n'ai pas prétendu donner une théorie définitive : j'ai seulement voulu montrer la fécondité des idées de Helmholtz. Alors que les autres théories présentent des difficultés inextricables, ou même des contradictions, comme je l'ai

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1059; 1877.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVIII; 1879.

montré par l'étude de la dispersion dans les cristaux biréfringents, la participation des molécules pondérables au mouvement de l'éther rend toutes choses aisées. Cette participation n'est-elle pas d'ailleurs témoignée par la phosphorescence et l'échauffement que les corps reçoivent des rayons lumineux ou calorifiques? Le sujet est loin d'être épuisé. Je me propose d'en poursuivre l'étude théorique et expérimentale. »

CHIMIE. — *Action du chlore sur le ruthénium : sesquichlorure, oxychlorure.* Note de M. A. **Joly**, présentée par M. Troost.

« Le sesquichlorure de ruthénium n'a été étudié par Claus que très superficiellement; il n'a été obtenu jusqu'ici qu'en dissolution chlorhydrique et les combinaisons qu'il forme avec les chlorures alcalins ont été seules analysées. Il m'a paru intéressant de reprendre l'étude de ce chlorure et de rapprocher ses réactions caractéristiques de celles que donne le chlorure nitrosé $Ru.AzO.Cl^3$ que j'ai précédemment fait connaître.

» I. D'après Claus, le ruthénium chauffé dans un courant de chlore donnerait un chlorure $RuCl^2$; mais la température à laquelle s'effectuerait cette réaction n'a pas été donnée et la composition du produit a été déduite de l'augmentation de poids du métal ou de la réduction par l'hydrogène du produit brut de la réaction.

» En répétant l'expérience de Claus à 360° (vapeur de mercure) et avec un métal très divisé, je n'ai obtenu qu'une chloruration incomplète :

100 de métal ont donné au bout de trois heures.......	146,4
100 de métal ont donné au bout de sept heures.......	181,0
100 de métal devraient donner pour $RuCl^2$...........	169,9

» En reprenant par l'alcool, on dissout une partie du produit de la réaction et il reste un résidu de métal qu'il est facile de peser; la composition et les réactions du corps dissous sont celles d'un sesquichlorure Ru^2Cl^6.

» II. La chloruration du ruthénium se produit au contraire avec une netteté remarquable, soit à 360°, soit à 440°, lorsqu'on chauffe le métal très divisé dans un mélange d'oxyde de carbone et de chlore, *en ayant soin toutefois de laisser le chlore dominer*. Le métal se transforme rapidement en une poudre brune avec une augmentation de volume considérable; le volume du chlorure est environ 13 fois celui du métal.

	Température.	Poids du métal.	Pour 100 de Ru.
	°	gr	gr
I.	360	2,128	195,4
II.	»	0,400	197,0
III.	»	15,000	199,3
IV.	»	15,000	199,3
V.	»	0,500	201,2
VI.	»	0,500	203,6
VII.	440	0,500	203,6

» Si la transformation en sesquichlorure était complète, 100 de métal auraient donné 204,9. Bien que la durée de chauffe ait été successivement élevée, la chloruration est encore incomplète; mais, au delà de six heures de chauffe, il n'y a plus d'intérêt à prolonger la réaction. Dans les expériences V et VI le poids du métal inattaqué a été de 0gr,0113 et 0gr,0045. En effectuant cette correction, on trouve la composition suivante :

	Calculé.		Trouvé.	
Ru.	101,5	48,79	48,58	48,67
Cl^3.	106,5	51,21	51,42	51,33
	208,0			

» III. Le sesquichlorure Ru^2Cl^6, ou plus simplement $RuCl^3$, est insoluble à froid dans l'eau et les acides minéraux et organiques. L'eau bouillante le détruit lentement; la liqueur devient acide et prend une légère coloration bleue, mais la majeure partie de la matière reste à l'état d'une poudre noire insoluble; ni le chlorure de carbone, ni le sulfure de carbone, ni le chloroforme, ni le trichlorure de phosphore, ni l'éther ne le dissolvent. Mais lorsqu'on le maintient en digestion, pendant quelques heures, avec de l'alcool absolu, en tube scellé (50cc alcool pour 1gr de matière), il s'y dissout lentement et le ruthénium non attaqué reste comme résidu. C'est en s'appuyant sur cette réaction que l'on a déterminé le poids du métal inattaqué dans les préparations précédentes.

» La solution alcoolique est d'une extrême intensité de coloration; en couche mince, elle est *violet pourpre* et la couleur reste inaltérée tant que l'on opère en tube scellé. Mais si l'humidité de l'atmosphère intervient ou si le dissolvant est de l'alcool à 95° C., au bout de quelques jours, la couleur vire au *violet bleu*, puis au *bleu indigo* foncé. Ce changement de couleur est plus rapide à 60°.

» La dissolution dans l'alcool absolu, évaporée dans le vide sec, donne un résidu brun aux reflets mordorés de chlorure inaltéré. Mais, si l'on distille la liqueur bleue, elle laisse un produit noir qui, séché à l'étuve

vers 150°, a la composition d'un oxychlorure $Ru(OH)Cl^2$. La transformation de la liqueur *violet pourpre* en liqueur *bleue* est donc la suivante :

$$RuCl^3 + H^2O = Ru(OH)Cl^2 + HCl;$$

l'acide chlorhydrique se retrouve, en grande partie du moins, à l'état de chlorure d'éthyle dans les produits distillés.

» L'oxychlorure est très soluble dans l'eau qu'il colore en bleu indigo; la liqueur est neutre; mais si on l'étend, elle se trouble lentement à la température ordinaire et laisse déposer un précipité floconneux brun noir d'hydrate de sesquioxyde $Ru(OH)^3$.

» Fortement acidulé par l'acide chlorhydrique et concentré par la chaleur, l'oxychlorure bleu donne une dissolution brune, jaune lorsqu'elle est étendue. Cette dissolution, identique à celle que l'on obtient en attaquant le peroxyde RuO^4 par l'acide chlorhydrique ou en dissolvant le sesquioxyde dans cet acide, renferme non le chlorure libre, comme on le croyait jusqu'ici, mais, un chlorhydrate de chlorure, stable à l'état solide jusqu'à 150° environ; vers 200° ce chlorhydrate se transforme en chlorure anhydre. A la température ordinaire, la soude précipite des dissolutions du chlorhydrate, du chlorure ou de l'oxychlorure, le ruthénium à l'état d'oxyde hydraté, et la fin de la réaction, si l'on opère en présence de la phtaléine du phénol, est accusée avec une remarquable netteté. L'emploi d'une liqueur titrée de soude permet donc de vérifier facilement toutes ces transformations.

» J'ajouterai que l'ammoniaque se fixe sur l'oxychlorure et donne un produit très soluble dans l'eau à laquelle il donne la coloration rouge intense des solutions alcalines de phtaléine du phénol. Cette couleur vire au jaune en présence de l'acide chlorhydrique.

» IV. Quel rôle joue l'oxyde de carbone dans la chloruration du ruthénium? Je ne suis pas en mesure de répondre encore à cette question avec une parfaite netteté. Ce que je puis affirmer, c'est la formation soit à 360°, soit à 440° lorsqu'on opère en présence d'un excès d'oxyde de carbone, d'un produit renfermant de l'oxyde de carbone, produit dont je poursuis l'étude. Il est vraisemblable que dans l'attaque du ruthénium par le chlore, la facilité avec laquelle la réaction se produit en présence de l'oxyde de carbone est due, comme dans les expériences faites autrefois par M. Schützenberger sur le platine, à la formation d'un chlorure de ruthénium carbonyle qu'un excès de chlore transforme en chlorure. Mais je devais, avant de poursuivre cette étude, préparer le chlorure anhydre et fixer ses conditions de stabilité. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un azoto-silicate d'argent et sur l'existence d'un acide azoto-silicique*. Note de MM. **G. Rousseau** et **G. Tite**, présentée par M. Troost.

« On n'a pas réussi jusqu'ici à préparer le silicate d'argent. Les expériences de Stas tendent à prouver que l'argent divisé s'unit au verre chauffé vers son point de ramollissement dans un courant d'air. Mais la quantité de métal qui passe ainsi à l'état de silicate est trop faible pour qu'on puisse en conclure à l'existence certaine d'une combinaison à proportions définies de silice et d'oxyde d'argent.

» Les recherches que nous allons décrire nous paraissent de nature à jeter quelque lumière sur cette question. Elles ont abouti à la découverte d'un sel complexe renfermant de la silice, de l'acide azotique et de l'oxyde d'argent. Nous avons obtenu ce nouveau composé au cours d'un travail d'ensemble sur la minéralisation des azotates basiques, d'après la méthode que l'un de nous a appliquée à la reproduction des deux variétés dimorphes du sous-azotate de cuivre.

» Bien que la formation d'un nitrate basique d'argent nous parût peu vraisemblable d'après les analogies, nous avons chauffé, en tubes scellés, un mélange d'une molécule d'azotate d'argent avec 1 à 2 molécules d'eau, en présence de fragments de marbre. Jusqu'à 180°, il ne se sépare aucun composé insoluble, mais le liquide se colore en jaune pâle. A partir de 180° et jusqu'au delà de 300°, on obtient des cristaux d'un rouge rubis fortement adhérents aux tubes. Ils se forment avec lenteur, surtout au voisinage de 200°. Pour obtenir un rendement un peu notable, il faut prolonger la durée de l'expérience pendant 60 heures. Le produit est toujours mêlé de paillettes cristallisées de carbonate d'argent qu'il est facile de séparer par lévigation.

» L'analyse nous a montré que la composition de ces cristaux rouges correspond à la formule

$$3(2Ag^2O, SiO^2)2AgAzO^3 \text{ (}^1\text{)},$$

qui représente une combinaison de silicate et d'azotate d'argent. Mais une

---

(1) Calculé...... Ag, 84,93; SiO^2, 9,41; AzO^5, 5,64.
Trouvé...... Ag, 84,45, 84,98; SiO^2, 9,21, 9,69; AzO^5, 5,40.

étude plus approfondie montre qu'il faut envisager ce composé comme le sel d'argent d'un acide azoto-silicique

$$7Ag^2O, 3SiO^2, Az^2O^5.$$

» La silice qu'il renferme provient de l'attaque du verre des tubes par la dissolution d'azotate d'argent. Aussi les cristaux obtenus dans ces conditions sont-ils fortement implantés contre les parois, d'où il est souvent difficile de les détacher. En ayant soin d'ajouter préalablement au mélange d'eau et d'azotate un peu de silice desséchée provenant de la décomposition du fluorure de silicium par l'eau, nous avons réussi à obtenir des cristaux ne présentant plus aucune adhérence avec le verre.

» Pour éviter la formation du carbonate d'argent, nous avons essayé de remplacer le marbre, soit par l'argent divisé, soit par l'oxyde d'argent. En présence de l'argent métallique, l'azotate neutre reste inaltéré. L'oxyde d'argent nous a donné de meilleurs résultats, à la condition de ne pas dépasser la température de 200°; mais il est toujours difficile de séparer l'excès d'oxyde de l'azoto-silicate d'argent.

» Enfin nous avons réussi à reproduire ce composé en mêlant de la silice desséchée à 100° à l'azotate d'argent sec, maintenu pendant quelques heures en fusion dans un creuset de même métal, à des températures comprises entre 350° et 440°. Les cristaux ainsi obtenus par la voie ignée sont beaucoup plus petits que ceux qui prennent naissance en tubes scellés, par suite de la rapidité plus grande de leur formation.

» L'azoto-silicate d'argent se présente sous la forme de prismes courts, d'un rouge rubis par transparence quand ils sont suffisamment minces, et présentant des extinctions longitudinales en lumière parallèle. Plus épais, ils deviennent opaques et paraissent alors d'un noir bleuâtre par réflexion.

» Chauffés au rouge sombre, ces cristaux fondent en bouillonnant et en dégageant des vapeurs nitreuses. La masse blanche et poreuse provenant de la calcination paraît renfermer de l'argent réduit et un silicate acide Ag^2O, SiO^2. Le changement du corps primitif en silicate, métal et vapeurs nitreuses, d'après l'équation

$$7Ag^2O, 3SiO^2, Az^2O^5 = 3(Ag^2O, SiO^2) + 4Ag + 2AzO^2 + O,$$

correspond, en effet, à une perte de poids théorique de 9 pour 100. Dans deux expériences, nous avons trouvé 8,86 et 9,08, nombres qui concordent assez exactement. D'autre part, le résidu est attaqué par l'acide azo-

tique avec effervescence et dégagement de vapeurs nitreuses, ce qui indique la présence d'argent métallique dans le mélange.

» L'azoto-silicate d'argent est facilement soluble dans l'acide azotique étendu; la dissolution, d'abord limpide, finit par se troubler quand on la concentre au bain-marie, par suite de la formation d'un dépôt de silice. L'acide chlorhydrique le décompose instantanément avec production de chlorure d'argent; nous essayerons d'isoler l'acide azoto-silicique mis en liberté dans cette réaction. Au contact d'une dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque, le sel d'argent se détruit; la liqueur prend une réaction fortement alcaline et exhale une odeur ammoniacale prononcée; le liquide, filtré pour le débarrasser du chlorure d'argent, puis concentré dans le vide, laisse un résidu de silice gélatineuse.

» Le chlorure de potassium dissous paraît sans action, même à la température de 100°. Mais dès qu'on l'humecte avec une solution d'iodure de potassium, on voit immédiatement l'azoto-silicate prendre la teinte jaune de l'iodure d'argent. Si l'on a mélangé le sel d'argent et l'iodure alcalin dans le rapport d'un équivalent du premier pour sept équivalents du second, tout l'argent se sépare à l'état d'iodure; la liqueur filtrée, puis évaporée dans le vide, laisse de longues aiguilles incolores d'azoto-silicate de potasse.

» Nous ferons connaître, dans une prochaine Communication, la composition et les propriétés des azoto-silicates alcalins obtenus par cette méthode. »

CHIMIE. — *De la décomposition de l'acide sulfureux par le carbone, aux températures très élevées.* Note de M. Scheurer-Kestner.

« Les recherches que j'ai faites sur les produits gazeux de la préparation du verre ou des silicates alcalins (¹) m'ont amené à étudier, dans les mêmes conditions de température, la décomposition de l'acide sulfureux par le carbone.

» J'ai fait passer de l'acide sulfureux gazeux à travers une couche de charbon calciné et chauffé au rouge blanc; dans ces conditions, tout le soufre de l'acide sulfureux se dégage à l'état de vapeur et le carbone est transformé en oxyde de carbone et acide carbonique; les produits gazeux qui s'échappent du tube abducteur sont char-

(¹) *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 117.

gés de vapeurs blanches et sont sans odeur lorsque le courant d'acide sulfureux n'est pas trop rapide et la température suffisamment élevée. J'ai reconnu que la composition des gaz est assez constante pour permettre de représenter la réaction par l'équation suivante :

$$2SO^2 + 3C = \underbrace{2CO + CO^2} + 2S.$$

» Le rapport entre l'oxyde de carbone et l'acide carbonique est du simple au double.

» Dans une opération où le gaz sulfureux traversait un creuset rempli de charbon concassé, les premières portions du gaz recueilli renfermaient un excès d'acide carbonique dont la formation doit être attribuée à l'air remplissant la capacité du creuset; mais, à mesure que l'opération avançait, la composition des gaz se rapprochait de la normale.

» Voici la composition obtenue, une fois l'action oxydante de l'air épuisée.

	Trouvé.	Calculé.
Oxyde de carbone...............	68,0	66,66
Acide carbonique...............	32,0	33,33
	100,0	99,99

» Les proportions d'acide carbonique, qui, dans les premiers moments, s'élevaient à 56,8, puis 50,9, sont descendues successivement à 37,9, 36,4, pour s'arrêter à 32-33 pour 100.

» Ainsi, à très haute température, l'acide sulfureux est décomposé, par le charbon, en soufre libre, oxyde de carbone et acide carbonique. En rapprochant ces résultats de ceux que M. Berthelot ([1]) a obtenus en faisant ces mêmes expériences à une température moins élevée, on reconnaît qu'ils sont concordants. En effet, M. Berthelot a constaté que, sous l'influence du carbone, l'acide sulfureux, à la température *rouge de feu*, se transforme en oxyde, oxysulfure et sulfure de carbone. Or, ces deux derniers corps ne résistent pas, dans ces conditions, à l'action des températures élevées. Le sulfure de carbone, en présence de l'oxysulfure et de l'acide sulfureux, comme l'oxysulfure, en présence de l'acide sulfureux et du carbone, donnent, en outre du soufre libre, un mélange de 2^{vol} d'oxyde de carbone sur 1^{vol} d'acide carbonique.

$$\underbrace{2COS}_{\text{Oxysulfure.}} + SO^2 + C = \underbrace{2CO + CO^2} + 3S,$$

et

$$CS^2 + 2COS + SO^2 = \underbrace{2CO + CO^2} + 5S;$$

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, p. 554; 1883.

mais, en fait, ces réactions n'ont pas la netteté indiquée par ces formules; nous ne savons pas si, à cette haute température, l'oxysulfure et le sulfure de carbone se forment pour être détruits ensuite, ou si leur formation est évitée et si la réaction se fait immédiatement entre le carbone et l'acide sulfureux, donnant naissance à 2^{vol} d'oxyde de carbone et 1^{vol} d'acide carbonique.

» Il n'en résulte pas moins que l'étude de la réaction de l'acide sulfureux sur le carbone à haute température confirme l'hypothèse que j'ai donnée des réactions qui s'effectuent dans la préparation d'un silicate alcalin. Le sulfate est transformé en silicate et acide sulfurique anhydre; l'acide sulfurique est décomposé en acide sulfureux et oxygène. Ces deux gaz, en présence du charbon, sont transformés en acide carbonique, oxyde de carbone et soufre

$$3SO^4R + 6SiO^2 + 5C = 3S + 4CO^2 + CO + 3(RO, 2SiO^2).$$

» La présence de l'oxyde de carbone se trouve ainsi expliquée, dans les produits gazeux de la décomposition du sulfate; elle distingue cette réaction de la réduction du sulfate en sulfure qui ne donne pas d'oxyde de carbone, mais seulement de l'acide carbonique. »

CHIMIE. — *Chlorosulfure et bromosulfure de plomb.*
Note de M. F. Parmentier.

« *Chlorosulfure de plomb.* — Quand on fait agir l'hydrogène sulfuré sur une solution d'un sel de plomb en présence de l'acide chlorhydrique étendu, on obtient un précipité présentant divers changements de couleur. Ce précipité est jaune, orangé, rouge, brun ou noir. Le précipité noir est considéré comme du sulfure de plomb.

» Le précipité rouge a été étudié, mais il ne paraît pas connu exactement comme composition. Hünefeld (*Journ. prakt. Chem.*, t. VII, p. 27) le considère comme renfermant environ 3 équivalents de sulfure de plomb pour 2 de chlorure de plomb. Reinsch (*ibid.*, t. XIII, p. 130) semble le considérer comme un produit de composition assez variable, et il va jusqu'à penser qu'il peut être une combinaison de chlorure et d'un polysulfure de plomb.

» En reprenant l'étude de ce corps, nous avons trouvé que sa composition correspond à la formule $PbS, PbCl$, et qu'il est analogue à l'oxychlorure $PbO, PbCl$.

» Le procédé de préparation qui nous a donné les meilleurs résultats est l'emploi d'une solution obtenue en dissolvant du chlorure de plomb dans l'acide chlorhydrique fumant et étendant d'eau cette solution. Les solutions qui nous ont bien réussi sont celles renfermant, par litre, environ $1^{gr},4$ de chlorure de plomb et $10^{gr},4$ d'acide chlorhydrique compté à l'état gazeux. Les solutions sont introduites dans des ballons bien secs, de façon à les remplir presque totalement, et à leur surface on fait arriver de l'hydrogène sulfuré gazeux. Quand il se produit des stries jaunes dans la liqueur, on agite vivement le liquide. Il se produit un précipité rouge. On verse rapidement le tout dans un vase bien sec et largement ouvert. La quantité de précipité va en augmentant. On laisse reposer quelques heures, et l'on ne recueille que les précipités restés rouge cinabre.

» Quand on emploie des vases non secs, ils se recouvrent, dans les parties mouillées, d'un enduit noir.

» Il faut éviter, dans cette préparation, la présence d'acide azotique. Il se produirait, en même temps que du chlorosulfure, du soufre, à cause de l'action de l'eau régale sur l'hydrogène sulfuré. On peut mettre ce soufre en évidence par le sulfure de carbone qui le dissout partiellement. C'est sans doute à cause de l'emploi d'eau régale que Reinsch a obtenu un produit donnant un sublimé de soufre sous l'action de la chaleur.

» Le chlorosulfure obtenu par le procédé décrit est rouge cinabre, quand il est en suspension dans l'eau; quand il s'est déposé, sa couleur est plus foncée. Il est peu stable : l'eau, les acides, les alcalis le décomposent. Sa production est due à un état d'équilibre très instable (1) entre l'action de l'acide chlorhydrique concentré sur le sulfure de plomb et l'action de l'hydrogène sulfuré sur le chlorure de plomb en présence de peu d'acide chlorhydrique. Elle est peut-être liée à l'existence d'un chlorhydrate de chlorure de plomb signalé par M. Ditte.

» Parmi ses propriétés, il y en a une singulière. Les alcalis commencent par le noircir, puis, le corps noir produit se transforme assez rapidement en une masse floconneuse blanche, ce qui n'a lieu que lentement avec le sulfure de plomb récemment précipité.

» Pour analyser ce corps, nous l'avons attaqué par l'acide nitrique en tube scellé. La réaction commence à froid, mais elle n'est terminée qu'en chauffant vers 130°. Le produit de la réaction, de nature assez complexe, est traité par l'ammoniaque, puis par le carbonate d'ammoniaque. Le plomb se sépare à l'état d'hydrocarbonate, et il est dosé à l'état de sulfate. Le soufre est dosé à l'état de sulfate de baryte, en opérant de façon à

---

(1) Voir Berthelot, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 200; 1875.

éviter la déperdition de l'acide chlorhydrique, et le chlore à l'état de chlorure d'argent. Le plomb a été dosé aussi en attaquant directement le chlorosulfure par l'acide sulfurique.

Analyse.	Calculé par PbS, PbCl.	Trouvé I.	II.	III.
Pb..........	80,0	79,9	80,1	80,2
S...........	6,2	6,4	6,3	»
Cl...........	13,8	13,8	13,7	»

» *Bromosulfure de plomb.* — La préparation de ce corps est plus facile que celle du chlorosulfure correspondant, tant à cause de la solubilité plus grande du bromure de plomb en présence de l'acide bromhydrique étendu, qu'à cause, probablement, de la stabilité plus grande du bromhydrate de bromure de plomb en présence de l'eau. L'état d'équilibre entre les réactions inverses de l'acide bromhydrique et de l'hydrogène sulfuré sur les sels de plomb paraît moins instable que pour l'acide chlorhydrique et l'hydrogène sulfuré.

» Nous avons obtenu le bromosulfure de plomb en dissolvant du bromure de plomb dans de l'acide bromhydrique concentré et en étendant la liqueur avec de l'eau. Des solutions, nous donnant de bons résultats, renfermaient, par litre, environ 2^{gr} de bromure de plomb et 37^{gr} d'acide bromhydrique compté à l'état gazeux. Mais des solutions voisines comme composition peuvent servir. Il faut avoir soin de se servir d'acide bromhydrique récemment préparé et ne renfermant pas de brome libre, sans quoi le bromosulfure serait souillé par du soufre.

» Avec les solutions que nous indiquons, on peut faire barboter un courant d'hydrogène sulfuré. Il se produit d'abord un précipité jaune orangé, peu stable. En continuant l'action de l'hydrogène sulfuré jusqu'au moment où le précipité devient rouge clair, et abandonnant le mélange à lui-même, le précipité devient rouge cinabre, et, si l'opération a été bien menée, ce précipité se conserve très bien.

» Les propriétés du bromosulfure de plomb sont analogues à celles du chlorosulfure.

Analyse.	Calculé pour PbS, PbBr.	Trouvé. I.	II.	III.
Pb.................	68,3	68,2	68,1	68,1
S..................	5,2	5,4	5,6	»
Br.................	26,5	26,2	26,1	»

» *Iodosulfure.* — D'après nos recherches, il existe un iodosulfure de plomb de même couleur et probablement analogue comme composition au

chloro et au bromosulfure. La faible solubilité de l'iodure de plomb dans l'acide iodhydrique étendu et la difficulté d'avoir de l'acide iodhydrique bien exempt d'iode nous ont empêché d'avoir un produit bien pur et pouvant être soumis à l'analyse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'isopropylate de sodium.* Note de M. de **Forcrand**.

« Conformément aux observations faites par tous les chimistes qui ont étudié l'alcool isopropylique, il est très difficile de déshydrater complètement ce composé. Cependant, après deux distillations sur le sodium de l'alcool déjà déshydraté par la baryte, on obtient un produit qui ne renferme plus que 0,50 pour 100 d'eau, ce qui correspond à la formule

$$C^6H^8O^2 + 0{,}03HO.$$

Le point d'ébullition (corrigé) est 82°,2-82°,8 à 760^{mm} et la densité 0,789 à + 15°. Ces données concordent sensiblement avec celles qui ont été publiées par Linnemann et par Brühl. C'est ce produit que j'ai employé pour préparer l'isopropylate sodique; les traces d'eau qu'il retient n'ont aucun inconvénient, car une troisième distillation sur le sodium ne les enlève pas, ce qui prouve que cette eau passe avec l'alcool et ne reste pas à l'état d'hydrate.

» II. Pour dissoudre 1^{éq} de sodium, il faut prendre au moins 5^{éq} d'alcool et chauffer à la fin vers 100°. Par refroidissement, le liquide se prend en une masse de cristaux en aiguilles, retenant encore un peu d'alcool libre. Séparés par l'action de la plaque poreuse, sous cloche, ces cristaux ont donné à l'analyse :

		Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7NaO^2, 3C^6H^8O^2$.
Na pour 100	par l'alcalimétrie.........	8,67	8,78
	à l'état de sulfate.........	9,07	

» C'est un isopropylate triisopropylique analogue à

$$C^4H^5NaO^2, 3C^4H^6O^2 \quad \text{et} \quad C^8H^9NaO^2, 3C^8H^{10}O^2.$$

» III. J'ai aussi isolé le glycol monosodé triisopropylique par l'action du glycol sur la dissolution isopropylique de l'isopropylate sodique. On

chauffe au réfrigérant ascendant pendant une heure et on recueille les cristaux formés pendant le refroidissement. Après dessiccation sur des plaques poreuses à l'abri de l'air, on obtient des aiguilles incolores.

» Analyse :

		Trouvé.	Calculé pour $C^6H^5NaO^4, 3C^6H^8O^2$.
Na pour 100	par l'alcalimétrie	8,78	8,71
	à l'état de sulfate	8,73	

» Ces cristaux ne sont pas identiques aux précédents, comme on pourrait le penser, les poids moléculaires étant presque identiques (264 au lieu de 262), car, en les dissolvant dans l'eau, saturant par l'acide sulfurique, évaporant et traitant par l'alcool absolu, on peut extraire le glycol et le caractériser. Ils ont d'ailleurs une chaleur de dissolution moindre, sont moins oxydables à l'air, et perdent plus facilement l'alcool isopropylique fixé.

» L'existence de ces combinaisons montre que les alcools secondaires forment des alcoolates polyalcooliques soit avec leur propre alcoolate sodique, soit avec d'autres, comme les alcools primaires.

» IV. Je pensais obtenir l'isopropylate $C^6H^7NaO^2$ par l'action de la chaleur sur sa combinaison triisopropylique. Mais, soit à + 135° dans un courant d'hydrogène sec, soit à + 100°, soit même à + 50° dans le vide, ou à la température ordinaire dans une atmosphère d'hydrogène, la perte du poids est toujours beaucoup plus considérable que ne l'indique la théorie (68,70 pour 100). J'étudie de plus près actuellement cette réaction que je cherchais d'abord à éviter et qui m'a arrêté longtemps.

» On peut cependant préparer l'isopropylate sodique de la manière suivante :

» On fait un mélange de 300^{gr} d'alcool isopropylique et 500^{gr} de benzine cristallisable. On y dissout 23^{gr} de sodium en élevant la température à la fin vers 100° [1]. On chauffe la liqueur à 130°-135° dans un courant d'hydrogène sec. L'alcool en excès est entraîné avec la benzine. On recueille, presque jusqu'aux dernières gouttes du liquide distillé, un mélange de benzine et d'alcool isopropylique.

» Il faut cependant arrêter l'opération lorsque le tube du réfrigérant est encore mouillé du liquide dans les parties les plus éloignées du ballon, car à partir de ce moment il ne distille plus que de l'alcool isopropylique et l'altération de l'alcoolate com-

---

[1] Si on laisse refroidir à ce moment, il se dépose dans le liquide de très belles aiguilles formées par la combinaison $C^6H^7NaO^2, 3C^6H^8O^2$, exemptes de benzine.

mence. Voici les analyses des deux produits préparés, l'un (A) en s'arrêtant lorsqu'il retient encore des traces d'alcool, l'autre (B) complètement sec :

			Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7NaO^2$.	Calculé pour $C^6H^7NaO^2 + \frac{1}{40}C^6H^8O^2$.
(A)	Na pour 100	par l'alcalimétrie.....	27,41	28,04	27,54
		à l'état de sulfate.....	27,67		
(B)	Na pour 100	par l'alcalimétrie.....	27,53	»	»
		à l'état de sulfate.....	28,59	»	»

» L'écart de plus de 1 pour 100 entre les derniers dosages indique une altération sensible. Il vaut donc mieux s'arrêter au produit (A), dont la formule est

$$C^6H^7NaO^2 + \frac{1}{40}C^6H^8O^2 \quad \text{ou mieux} \quad C^6H^7NaO^2 + \frac{1}{100}(C^6H^7NaO^2, 3C^6H^8O^2).$$

» Il contient seulement 1,8 pour 100 d'alcool isopropylique en excès.

» Préparé ainsi, l'isopropylate sodique est une poudre parfaitement blanche, qu'on ne peut conserver dans cet état que dans des flacons hermétiquement fermés et pleins d'hydrogène ou d'azote. Les moindres traces d'air le colorent immédiatement. Il est aussi très avide d'eau.

» L'étude thermique des composés précédents me donnera des termes de comparaison précieux pour compléter les recherches que j'ai entreprises sur les dérivés sodiques des alcools, particulièrement des alcools polyatomiques qui possèdent une ou plusieurs fois la fonction secondaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un dérivé nitré de l'antipyrine.* Note de M. **Edm. Jandrier.**

« Lorsqu'on ajoute de l'acide nitrique à une solution d'antipyrine dans l'acide sulfurique, il se forme des dérivés nitrés et nitrosés. La nitrodiméthyloxyquinizine a été obtenue de la manière suivante :

» On dissout à chaud 4^{gr} d'antipyrine dans 40^{gr} d'acide sulfurique monohydraté; à cette solution refroidie, on ajoute goutte à goutte, en évitant que la température s'élève au-dessus de 35°, environ 3^{gr} d'acide azotique ($D = 1,35$). Le mélange est versé lentement dans de l'eau maintenue à une température inférieure à 10°; il se précipite un corps cristallin, jaune paille. C'est la nitroantipyrine, que l'on peut purifier par dissolution dans l'acide acétique bouillant; par refroidissement, on obtient des aiguilles qui se colorent en brun vers 248° et fondent à 260°.

» Ce corps est insoluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'alcool

bouillant; son meilleur dissolvant est l'acide acétique cristallisable. Réduit par le zinc et l'acide acétique, ou l'étain et l'acide chlorhydrique, il donne l'amidoantipyrine, dont le dérivé diazoïque, traité par une solution alcaline de β-naphtol, produit une matière colorante ponceau. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur le pouvoir rotatoire des dérivés diacétyltartriques. Réponse à une Note de M.* Colson, par M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 25 janvier, M. Colson et, avant lui, quelques autres auteurs admettent que je prends, comme base de ma théorie stéréochimique, l'hypothèse que les radicaux unis au carbone asymétrique ont leurs centres de gravité situés aux sommets d'un tétraèdre régulier dont le carbone occupe le centre.

» Or, non seulement les démonstrations que j'ai données dans mon premier Mémoire (*Bull. de la Soc. chim.*, t. XXII, p. 337; 1874) sont indépendantes de cette hypothèse, mais encore dans une Note spéciale (*loc. cit.*, 3e série, t. III, p. 788; 1890), j'ai donné les raisons théoriques et pratiques qui me font admettre que la forme d'équilibre d'une molécule telle que le gaz des marais CH^4, est quelquefois différente d'un tétraèdre régulier. Ces raisons sont les suivantes : si l'on admet que les atomes, de même que les corps célestes, exercent la même action dans tous les sens, leurs actions réciproques seront fonction de leurs distances; on peut alors calculer les conditions où le tétraèdre est une forme d'équilibre : en effet, l'action du carbone, étant évidemment prédominante, aura pour effet de maintenir sur une sphère les quatre atomes d'hydrogène : il suffit donc de savoir si ceux-ci, étant placés aux sommets du tétraèdre régulier inscrit, sont en équilibre. Quand l'un d'eux s'écarte d'un angle φ sur un grand cercle, le travail des trois autres a pour expression $\Delta^2\varphi\left[-\frac{3}{4}\sqrt{\frac{3}{2}}F'(R)+\frac{3}{8}F(R)\right]+\Delta^3\varphi, \ldots,$ quel que soit le grand cercle; R indiquant ici le côté du tétraèdre et F(R) la force répulsive entre les atomes d'hydrogène. Il suit de là que, si $F(R) > 0$ et $F'(R) < 0$, c'est-à-dire si, dans la position où se trouvent les atomes d'hydrogène, il y a répulsion décroissante avec la distance, le tétraèdre sera une forme d'équilibre. Mais on voit aussi que, dans le cas où il y aura attraction, il pourra arriver que l'expression ci-dessus soit positive et alors les atomes d'hydrogène, placés aux sommets du tétraèdre régulier, seront en *équilibre instable*

et la molécule prendra forcément une autre forme probablement voisine.

» J'indiquais, en effet, que certains dérivés, tels que les periodures de carbone et de silicium décrits comme cubiques, pourraient rentrer dans le premier cas. Par contre, j'ai reconnu que le perbromure de carbone est un cristal à deux axes optiques; sa molécule cristalline ne peut donc pas dériver d'une molécule chimique en forme de tétraèdre régulier, et ce corps semble rentrer dans le second des cas indiqués par le calcul.

» Récemment encore dans une conférence publique faite à la *Société chimique,* j'ai insisté sur la nécessité de ne pas employer l'hypothèse, selon moi douteuse, du tétraèdre, dans les raisonnements qui servent à établir les principes de la Stéréochimie; je me crois donc autorisé à protester une fois de plus contre une opinion que j'ai toujours récusée et qu'on m'attribue systématiquement. Je dois ajouter que M. van t'Hoff n'admet pas plus que moi que les centres de gravité des quatre radicaux soient situés sur les sommets du tétraèdre, mais bien sur la direction du centre aux sommets (la différence entre nous est que, selon moi, cette condition elle-même n'est pas nécessaire).

» Il suit de là que, même si l'on adopte la théorie des quatre pôles du carbone (*van t'Hoff*), la loi des changements de sens du pouvoir rotatoire n'en est pas une conséquence forcée; M. Guye lui-même a insisté là-dessus dans sa thèse. Sa loi, par le fait même de son caractère expérimental, n'en est que plus intéressante et peut se résumer ainsi : l'effet que les radicaux unis au carbone asymétrique exercent sur la lumière polarisée dépend principalement de leur masse et accessoirement de la distance de leur centre de gravité au carbone asymétrique.

» Quant aux corps actifs à chaîne fermée, leur caractère est que deux des radicaux unis au carbone asymétrique sont reliés entre eux par une affinité chimique puissante dont l'effet sera de déranger l'équilibre de la molécule : 1° en dérangeant les radicaux de leur position (Spannung de Baeyer); 2° en les immobilisant dans une position particulière, alors que primitivement ils pouvaient tourner autour d'un axe, ce qui produira un déplacement du centre de gravité encore plus considérable. Pour prévoir les changements de sens du pouvoir rotatoire, il faudrait connaître le centre de gravité de l'ensemble rigide formé par les deux radicaux. C'est cette difficulté qui a empêché M. Guye d'appliquer à l'oxyde de propylène, que j'avais signalé depuis longtemps, les calculs qu'il faisait pour les autres corps saturés; elle paraît avoir échappé à M. Colson puisqu'il admet que les radicaux restent en place et qu'ils sont simplement *allégés*.

» Enfin je ferai remarquer que, quoique ces corps à chaîne fermée ne dérivent pas d'un tétraèdre régulier, j'ai montré que le carbone asymétrique continue à y produire le pouvoir rotatoire; ceci prouve bien que la Stéréochimie est indépendante de l'hypothèse du tétraèdre. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les minimums perceptibles de quelques odeurs.* Note de M. **Jacques Passy** (¹). (Extrait.)

« J'appelle *minimum perceptible*, la plus petite quantité perceptible de matière odorante contenue dans 1 litre d'air. La méthode que j'emploie n'exige l'emploi d'aucun appareil spécial.

» Je commence par préparer une série de solutions titrées à $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{10000000}$, etc., de la substance à essayer; ce qu'il est facile de faire avec précision par la méthode homéopathique des dilutions successives. En pratique, une fois les premières solutions préparées, il n'est pas nécessaire de procéder chaque fois à une nouvelle pesée, il suffit de mélanger 90 gouttes d'alcool et 10 gouttes de la solution précédente.

» Cela fait, je prélève une goutte de la dernière dilution, que j'introduis dans un flacon de capacité connue, 1 litre, par exemple, dont le fond a été légèrement chauffé pour rendre l'évaporation prompte et complète. On attend quelques instants, pour permettre à l'odeur de se diffuser. Le sujet présente alors son nez à l'ouverture et sent. S'il ne perçoit rien, on répète l'expérience avec une solution plus concentrée, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que la perception apparaisse. On conclut alors que le minimum se trouve compris entre les deux dernières expériences. Il est facile ensuite de le déterminer d'une façon plus précise; il suffit, pour cela, soit d'employer plusieurs gouttes de la solution plus simple, soit, ce qui est préférable, de préparer les solutions intermédiaires entre celle-ci et la solution trop forte.

» Cette méthode n'était d'abord destinée, dans ma pensée, qu'à étudier un olfactomètre dont je poursuis depuis longtemps la construction. Cependant, à l'usage, on s'aperçoit qu'elle est susceptible de donner de bons résultats et qu'elle présente même de grands avantages. Le sujet n'est gêné par aucun obstacle : il flaire d'une manière tout à fait normale, condition qui me paraît essentielle pour l'étude de l'odorat. Les pesées portent sur des quantités de matières très appréciables, et la goutte prélevée à chaque expérience représente un poids constant pour un même liquide,

(¹) Ces recherches ont été faites au laboratoire de Psychologie physiologique de la Sorbonne.

tel que l'alcool, et pour le même compte-gouttes. Il convient de signaler quelques causes d'erreur. Ce sont :

» 1° La présence de l'alcool, qui masque dans une certaine mesure l'odeur du corps en expérience. On atténue cet inconvénient par l'emploi d'un grand flacon et d'un compte-gouttes de très faible section; on arrive facilement à obtenir 200 gouttes au gramme. Le minimum perceptible de l'alcool étant très élevé, la présence de $\frac{1}{200}$ de gramme dans un litre d'air n'est plus que faiblement perçue. Une précaution plus essentielle encore est de n'employer que de l'alcool absolument pur, l'odeur habituelle de l'alcool étant due principalement aux impuretés qui l'accompagnent.

» 2° La déperdition de matière, du fait de l'ouverture du flacon, et des prises d'air effectuées à chaque inspiration par le sujet; cet air étant remplacé par de l'air pur, la teneur en matière odorante est rapidement abaissée. Chaque expérience doit être de très courte durée et ne pas dépasser un petit nombre d'inspirations, car l'accoutumance du sujet à l'odeur se produit presque immédiatement.

» On voit que ces diverses causes d'erreur agissent dans le même sens, soit pour masquer l'odeur, soit pour en diminuer la quantité; par conséquent, les chiffres trouvés doivent être *trop forts*.

» Tout récemment, M. Ch. Henry a appelé l'attention sur un olfactomètre de son invention : l'auteur ayant publié quelques chiffres obtenus par lui, j'ai dû chercher à en contrôler l'exactitude. Mes expériences ont porté sur vingt personnes des deux sexes. Elles présentent avec les chiffres de M. Ch. Henry quelques écarts parfois considérables.

» En me servant de l'unité adoptée par M. Henry, et qui se rapporte au centimètre cube, je trouve, par exemple, pour l'*essence de menthe*, des chiffres compris, pour tous mes sujets, entre 0,000005 et 0,00005. Ceux de M. Ch. Henry sont : 17,069, 18,083 et 130, c'est-à-dire des chiffres 17000 à 2 millions et demi de fois trop forts. Pour l'*éther*, je trouve : 0,0005 à 0,005; M. Ch. Henry : 23,322, 189, 349,83 et 2490, c'est-à-dire des chiffres 50000, 180000, 350000 et 12500000 fois plus forts.

» Il paraît impossible de mettre des différences aussi énormes sur le compte de variations individuelles. Je ferai remarquer, en outre, que l'auteur rapporte avoir trouvé, dans une de ses expériences, le chiffre 2490 comme minimum perceptible de l'éther; il aurait fallu, d'après lui, $2^{mm},5$ d'éther par centimètre cube, ou $2^{gr},5$ par litre pour provoquer la perception. Or ce chiffre est matériellement impossible, la quantité maximum de vapeur d'éther qui puisse être contenue dans un centimètre cube d'air saturé à la température de 10° (température de l'expérience) étant de $1^{mm},2$.

» Le Tableau suivant présente les résultats obtenus avec cinq de mes sujets.

Quantités minima par litre d'air (en millièmes de milligrammes).

Sujets.	Éther.	Orange.	Romarin.	Wintergreen.	Menthe.	Vanilline.
Jacques P., 27 ans..	0,5	0,05	0,05	0,005 à 0,01	0,0005	0,0006
Marg. P., 22 ans ...	1	0,05 à 0,5	0,55	0,005	0,01	0,0005
Maurice F., 32 ans..	»	0,05	0,05 à 0,5	0,005	0,001	0,00007
Adeline G., 42 ans..	1	1 à 3	0,05 à 0,1	0,01 à 0,05	0,005 à 0,01	0,001
Louise H., 40 ans...	4	»	0,8	0,4	0,01	0,005

» L'expérience a montré qu'il y a lieu de distinguer un *minimum simple* et un *minimum qualitatif*. Lorsque le sujet en expérience n'est pas prévenu de la substance qu'on lui présente et qu'on augmente graduellement l'excitation, on peut distinguer trois phases; une première pendant laquelle il ne perçoit *rien;* une seconde pendant laquelle il sent *quelque chose,* mais sans savoir quoi. Enfin une troisième où l'odeur est *perçue nettement,* et nommée par son véritable nom.

Les minimums varient considérablement suivant les odeurs; à ce point de vue les substances essayées peuvent être rangées dans un certain ordre, celui du Tableau, qui est à peu près le même pour la majorité des personnes.

» Les minimums varient aussi considérablement suivant les personnes.

» Je tiens à constater, en terminant, que les chiffres trouvés par moi se rapprochent de ceux qui avaient été donnés par Valentin, il y a quarante ans. Ceux-ci sont supérieurs, mais Valentin ne donne point ses nombres comme de véritables minima, mais comme des quantités pour lesquelles la perception existe encore, ce qui est bien différent. Les chiffres sont déjà, pour l'essence de menthe par exemple, 10000 fois plus petits que ceux de M. Ch. Henry.

» Je ne donne les miens que comme représentant à peu près l'*ordre des grandeurs*. Les expériences ont été faites dans des conditions bien déterminées : les chiffres sont donc comparables entre eux; mais rien ne prouve qu'en se plaçant dans des conditions plus parfaites, on ne parviendrait pas à les abaisser encore. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Loi de l'absorption de l'oxyde de carbone par le sang d'un mammifère vivant.* Note de M. N. **Gréhant** [1], présentée par M. Milne-Edwards.

« Au lieu de chercher à doser l'oxyde de carbone contenu en petite quantité dans l'air, en faisant passer le mélange dans un volume donné de sang placé dans un flacon, soit à la pression ordinaire, soit à la pression de plusieurs atmosphères, j'ai trouvé qu'il est bien préférable et bien plus physiologique d'opérer chez un animal vivant auquel je fais respirer le mélange; voici comment je réalise mes expériences comparatives :

» Je découvre chez un chien une artère carotide, je lie le bout périphérique, j'applique sur le bout central le compresseur du Dr François-Franck et je fixe dans le vaisseau un ajutage métallique muni d'un tube de caoutchouc fermé par une baguette de verre plein; j'aspire à l'aide d'une seringue de Physiologie 25cc de sang artériel qui est immédiatement injecté dans mon appareil d'extraction des gaz du sang; je recueille les gaz dans une cloche divisée en centimètres cubes et en dixièmes de centimètre cube, terminée à la partie inférieure par une extrémité élargie.

» D'autre part, j'ai rempli de 300lit d'air mesurés avec un compteur à gaz un grand sac de caoutchouc dans lequel je fais passer 300cc d'oxyde de carbone pur pour composer un mélange à $\frac{1}{1000}$, ou 150cc pour un mélange à $\frac{1}{2000}$, ou 75cc pour un mélange à $\frac{1}{4000}$, ou seulement 30cc pour un mélange à $\frac{1}{10000}$. Les parois du sac sont mises en mouvement afin que le mélange devienne homogène; l'animal respire dans le sac à l'aide d'une muselière de caoutchouc et d'un appareil à deux soupapes métalliques de Verdin qui n'offre aucune résistance.

» Après une demi-heure, je fais une deuxième prise de sang artériel dont j'extrais les gaz à 40° seulement; puis, j'introduis dans le ballon récipient 25cc d'acide acétique à 8° que j'ai fait bouillir pour chasser les gaz qu'il contenait; j'immerge le ballon dans l'eau bouillante et j'obtiens le dégagement complet de l'oxyde de carbone que je recueille dans une petite cloche graduée spéciale qui permet d'apprécier exactement les vingtièmes de centimètre cube; le gaz obtenu contient toujours de l'acide carbonique que l'on absorbe par la potasse, un peu d'oxygène que l'on absorbe par l'acide pyrogallique, puis on passe du mercure sur l'eau et l'oxyde de carbone est absorbé par l'agitation avec du protochlorure de cuivre dissous dans l'acide chlorhydrique; voici le Tableau des résultats qui ont été obtenus sur des chiens différents et qui ont été rapportés à 100cc de sang :

---

[1] Travail du laboratoire de Physiologie générale de M. le Professeur Rouget, au Muséum d'Histoire naturelle.

Gaz du sang artériel normal.				*Gaz du sang partiellement oxycarbone.*			
CO^2.	Oxygène.	Azote.	Proportions du mélange.	CO^2.	Oxygène.	Azote.	CO.
40,1	15,4	1,5	$\frac{1}{1000}$	28,9	12,2	1,5	5,5
45,9	21,2	1,5	$\frac{1}{2000}$	51,8	15,3	1,5	2,8
40	15,2	1,8	$\frac{1}{3000}$	42,2	13,4	1,8	1,7
40,4	22,7	1,5	$\frac{1}{4000}$	40,4	21,5	1,5	1,3

» On voit que le deuxième échantillon de sang contient toujours moins d'oxygène que le premier, mais le fait le plus important sur lequel je désire appeler l'attention de l'Académie résulte de l'examen des nombres qui représentent l'oxyde de carbone dégagé qui sont exactement proportionnels aux quantités de gaz toxique introduites dans l'air, d'où je conclus que *l'oxyde de carbone se dissout dans les globules du sang en obéissant à la loi de Dalton*.

» En appliquant cette loi, si l'on fait respirer à un animal pendant une demi-heure un mélange ne renfermant que $\frac{1}{10000}$, 100^{cc} de sang devraient absorber $0^{cc},55$ d'oxyde de carbone, et l'expérience directe m'a donné $0^{cc},6$.

» *Application.* — On chauffe actuellement les voitures avec des briquettes de charbon aggloméré qui dégagent beaucoup d'oxyde de carbone, comme l'ont démontré M. le professeur Gautier et M. le Dr Galippe et comme je l'ai reconnu moi-même; j'ai voulu rechercher quelle peut être la proportion de ce gaz dans une voiture maintenue fermée et qui était chauffée par une briquette qui fut allumée à 10^h du matin; cinq heures plus tard, un chien, préparé comme je l'ai indiqué, a été introduit dans la voiture et l'on fit une course de trois quarts d'heure; le deuxième échantillon de sang artériel contenait dans 100^{cc} de sang $0^{cc},7$ d'oxygène en moins, mais il renfermait seulement $0^{cc},3$ d'oxyde de carbone qui correspondait à la proportion extrêmement faible de $\frac{1}{20000}$ d'oxyde de carbone, dans l'atmosphère de la voiture. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune des eaux douces de l'Islande.* Note de MM. **Jules de Guerne** et **Jules Richard**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Malgré leur extrême abondance, et bien que de nombreuses explorations aient été faites dans le pays, les eaux douces de l'Islande n'ont jamais été convenablement étudiées au point de vue zoologique. M. Charles Ra-

bot a pu en partie combler cette lacune pendant une Mission scientifique accomplie en 1891, durant les mois de juillet et d'août. Les récoltes ont été faites dans trois régions différentes de l'île : 1° au nord, à Akureyri ; 2° à l'ouest, aux environs de Reykjavik; 3° à l'est, du côté de l'Eskifjord. Leur examen permet d'ajouter à la faune de l'Islande *vingt-neuf* espèces, parmi lesquelles les Entomostracés, de beaucoup les plus nombreux s'élèvent à *vingt-six* (16 Cladocères, 8 Copépodes, 2 Ostracodes). Le reste comprend seulement deux Rotifères et un Protozoaire. Aucune de ces formes n'est inédite, mais plusieurs d'entre elles présentent un véritable intérêt pour différents motifs exposés ci-après.

» Il importe de noter tout d'abord qu'un certain nombre d'espèces, communes dans l'Europe entière (et même aux États-Unis), se rencontrent dans les trois régions de l'Islande visitées par M. Rabot. Ce sont : *Simocephalus vetulus* O.-F. Müller, *Alona affinis* Leydig, *Chydorus sphæricus* Jurine, *Cyclops strenuus* Fischer, *C. viridis* Fischer, *C. serrulatus* Fischer. Quelques autres types, également très répandus en Europe, paraissent être plus rares en Islande. *Daphnia longispina* Leydig, *D. pulex* de Geer et *Cypris pubera* O.-F. Müller, par exemple, n'ont été trouvés, le premier que dans le lac de Reykjavik, les deux autres qu'à Akureyri. Par contre, *Eurycercus lamellatus* O.-F. Müller, *Acroperus leucocephalus* Koch, *Pleuroxus excisus* Fischer, *Polyphemus pediculus* de Geer, manquent uniquement dans la dernière de ces localités. *Alona testudinaria* Fischer, forme assez rare, et *Cyclops fuscus* Jurine ne se sont trouvés que dans l'est. D'autre part, *Pleuroxus nanus* Baird a été rencontré seulement dans la région ouest. *Cyclops fimbriatus* Fischer vit aussi bien dans le trou d'une mine de spath, près d'Eskifjord, que dans les eaux du Laugarvatn, où se trouve encore, comme dans le lac de Reykjavik, un *Canthocamptus* d'espèce indéterminée. *Cypris aculeata* Lilljeborg se montre fort abondant sur les bords du même lac.

» Près de Reykjavik, dans le lac Thingwalla, le plus grand de l'Islande, M. Rabot a recueilli les Crustacés suivants : *Scapholeberis mucronata* O.-F. Müller, *Bosmina arctica* Lilljeborg, *Eurycercus lamellatus* O.-F. Müller, *Acroperus leucocephalus* Koch, *Alona affinis* Leydig, *Chydorus sphæricus* Jurine, *Polyphemus pediculus* de Geer, *Diaptomus minutus* Lilljeborg, *Cyclops strenuus* Fischer, *C. viridis* Fischer, *C. serrulatus* Fischer. Dans la même région se trouve le Laugarvatn, lac où naissent des sources thermales sulfureuses. M. Rabot y a pêché, en un point où la température de l'eau atteignait 19° C. : *Sida crystallina* O.-F. Müller, *Macrothrix sp.*? *Alona affinis* Leydig, *Eurycercus lamellatus* O.-F. Müller, *Pleuroxus nanus* Baird, *Cyclops viridis* Fischer, *C. serrulatus* Fischer, *C. fimbriatus* Fischer, *Canthocamptus sp.*? Avec les spécimens vivants, il a été pris au voisinage des sources minérales et chaudes une très grande quantité de débris des mêmes Entomostracés, d'où l'on peut conclure que les animaux ne vivent qu'à une certaine distance de ces sources; leur existence est menacée dès qu'ils s'en rapprochent pour une cause quelconque.

» *Holopedium gibberum* Zaddach, qu'il est fort intéressant de retrouver en Islande, s'y est rencontré seulement au point le plus élevé du plateau qui sépare le Seydisfjord du Lagarfljöt (région est), dans une mare profonde de quelques centimètres, à fond sablonneux et bordée de plantes palustres. Ce Cladocère passait jusqu'ici pour l'un des types les plus caractéristiques de la région pélagique des grands lacs. Il se trouve d'ailleurs, dans le cas actuel, associé au *Diaptomus minutus* Lilljeborg et à une variété de *Cyclops strenuus* Fischer, espèce et variété à facies pélagique. Dans la même mare (température de l'eau 9° C.), *Diaptomus glacialis* Lilljeborg était aussi très abondant. Une flaque d'eau tourbeuse, de la vallée du Lagarfljöt, présente un cas analogue; on y trouve réunis *Bosmina arctica, Diaptomus minutus* et *D. glacialis,* avec la variété de *Cyclops strenuus* mentionnée ci-dessus, en même temps que des Rotifères pélagiques : *Asplanchna helvetica* Imhof, *Anurea sp.*? par exemple et un Protozoaire, *Ceratium longicorne* Perty, sans préjudice de plusieurs formes littorales vulgaires et énumérées plus haut.

» Suivant nos indications, M. Rabot n'a pas négligé d'exécuter des pêches avec un très petit filet dans les flaques profondes seulement de 1^{cm} ou 2^{cm}, larges de 7^{cm} ou 8^{cm}, situées sur le cône du grand geyser; mais aucun être vivant n'y a été recueilli. Quant aux autres geysers, leurs eaux s'écoulent rapidement vers la Hvita, sans former aucune nappe.

» Le fait général le plus remarquable concernant la faune des eaux douces de l'Islande est, sans contredit, le mélange des Entomostracés de la zone arctique avec ceux de la zone tempérée. Sous les hautes latitudes, dans l'archipel du Commandeur (détroit de Behring) et au Groënland vit, entre autres formes, *Eurycercus glacialis* Lilljeborg. On pouvait s'attendre à retrouver ce Cladocère en Islande. Il n'en est rien cependant. Partout, à l'est comme à l'ouest de l'île, c'est le vulgaire *E. lamellatus* O.-F. Müller, si répandu en Europe, qui apparaît constamment. D'autre part, des espèces arctiques caractérisées, *Bosmina arctica, Diaptomus minutus* et *D. glacialis* par exemple, sont très communes en Islande. Les deux Calanides cités en dernier lieu étaient connus seulement jusqu'ici, le premier à l'île de Waigatsch et à la Nouvelle-Zemble, le second au Groënland et à Terre-Neuve ([1]).

» En résumé, les recherches de M. Charles Rabot nous fournissent : 1° des documents nouveaux et précis de Géographie zoologique; 2° elles permettent d'établir que la faune des eaux douces de l'Islande, en ce qui

---

([1]) Voir J. de Guerne et J. Richard, *Sur la faune des eaux douces du Groënland* (*Comptes rendus,* 25 mars 1889, et *Revision des Calanides d'eau douce* (*Mém. Soc. zool. de France,* vol. II, 1889).

concerne spécialement les Entomostracés, présente des caractères mixtes, rappelant à la fois les faunes analogues de l'Europe et, à un degré moindre toutefois, de l'Amérique septentrionale, dans les zones tempérée et arctique. L'explication de ce fait semble devoir être cherchée dans les conditions climatologiques de l'Islande, située, comme l'on sait, presque au point de contact des courants chaud et froid de l'Atlantique Nord (¹) »

BOTANIQUE. — *Sur la structure de l'ovule et le développement du sac embryonnaire du Dompte-venin* (Vincetoxicum). Note de M. **Gustave Chauveaud**, présentée par M. Duchartre.

« L'ovule des Apocynées et Asclépiadées a été autrefois regardé par Schleiden comme dépourvu de tégument; mais, depuis, Warming, dans un important Mémoire sur l'ovule, est arrivé à cette conclusion que ces ovules ont un tégument et que, si leur canal micropylaire n'avait pas été vu, c'est qu'il est très long et très étroit. Toutefois, peu de recherches ont été faites à ce sujet dans les deux familles indiquées ci-dessus. Peut-être faut-il en chercher la raison dans le passage suivant :

» Les ovules de ces plantes, dit M. Vesque [2], sont difficiles à étudier, non seulement à cause d'une légère torsion du funicule qui s'oppose à la préparation de coupes bien axiles (par rapport à l'ovule), mais aussi par l'apparition d'une assez grande quantité d'amidon dans le sac embryonnaire, peu de temps avant la fécondation.

» M. Vesque, qui a étudié le sac embryonnaire dans un grand nombre de familles, ajoute :

» Comme dans toutes les Gamopétales, la cellule mère du *Vinca minor* est simplement recouverte par l'épiderme du nucelle. Celui-ci, de dimensions très faibles et composé d'un petit nombre de cellules, est bientôt recouvert par un volumineux tégument qui ne laisse plus de libre qu'un canal micropylaire très fin.

» La cellule mère se divise en trois cellules mères spéciales, dont la supérieure seule donne naissance à une tétrade.... Pendant que ces changements s'opèrent à l'intérieur du sac embryonnaire, l'épiderme qui le recouvre s'aplatit, se comprime et finit par disparaître.

(¹) Mohn, *Nordhavets Dybder, Temperatur og Strömninger* (*Norske Nordhavs-Expedition*. Christiania, 1887).

(²) *Annales des Sciences naturelles*, 6e série, t. VIII, p. 365.

» J'ai vérifié le premier développement de l'ovule dans le *Strophanthus dichotomus*.

» L'étude complète de l'ovule adulte du *Ceropegia Sandersoni* me permet d'affirmer qu'il n'existe sous le rapport de l'ovule aucune différence digne d'être remarquée entre les Asclépiadées et les Apocynées.

» Ces conclusions sont loin de s'appliquer à toutes les plantes de cette dernière famille, ainsi qu'on va le voir. Dans le Dompte-venin (*Vincetoxicum officinale*), l'ovule apparaît tout d'abord sur le placenta sous la forme d'un petit mamelon recouvert par l'épiderme. Quand ce mamelon est formé d'une quinzaine de cellules environ, la cellule sous-épidermique placée dans son axe grandit beaucoup; son protoplasma acquiert des propriétés spéciales qui la font distinguer de toutes ses voisines, mais elle ne se cloisonne point en trois cellules et ne subit même jamais aucune division. Elle devient ainsi directement le sac embryonnaire. Cette transformation directe d'une cellule sous-épidermique en sac embryonnaire est un fait assez rare et qu'on n'avait pas encore observé chez les Dicotylédones.

» En ce qui concerne « l'épais tégument qui vient recouvrir l'épiderme » du nucelle », la différence est non moins grande. En effet, chez le Dompte-venin, l'épiderme du très jeune mamelon n'est jamais recouvert en un point quelconque de sa surface. Il n'est pas davantage comprimé et détruit. Les cellules qui forment cet épiderme et, en particulier, celles qui avoisinent le sommet du mamelon entrent en division et forment, avec les cellules sous-jacentes qui se divisent aussi, une masse de tissu très homogène dans toute son épaisseur. Ce tissu entoure le sac embryonnaire qui se trouve ainsi complètement protégé. Au point de vue physiologique, cet ovule se comporte donc comme d'ordinaire, mais, au point de vue morphologique, il diffère de la plupart des autres ovules; car, en réalité, il ne présente jamais de tégument véritable, contrairement à ce que pensait Warming et il doit être considéré comme absolument nu.

» Si l'on accepte la définition du nucelle employée par cet auteur, on sera conduit à dire que, dans le Dompte-venin, le nucelle est réduit à une seule cellule qui est la cellule mère. Comme, d'autre part, cette cellule devient directement le sac embryonnaire, on voit qu'ici nucelle et sac embryonnaire ne sont qu'une seule et même chose.

» En grandissant, la cellule mère insinue son sommet entre les quatre cellules épidermiques qui la surmontent; ces dernières s'écartent les unes des autres et laissent entre elles un petit espace qui est l'origine du canal micropylaire, au fond duquel le sac embryonnaire se montre à nu. En

constatant cette disposition, on ne peut s'empêcher de penser aux cellules du col de l'archégone, et ce n'est pas là une particularité des moins intéressantes. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 février 1892.

Sur la température du globe terrestre, par Eug. Ferron. Paris, A. Picard, 1891; broch. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Atlas de statistique graphique de la Ville de Paris. IIe année, 1889. Paris, Masson; in-4°.

Rapports du Jury international, publié sous la direction de M. Alfred Picard. — Groupe VI : *Outillage et procédés des industries mécaniques* (4e Partie), classes 53 à 59. Paris, 1891; in-4°.

Lac Ingol. — Recherches médico-topographo-chimiques, par H. Szcz. Zaleski. Tomsk, 1891; broch. in-8°.

Archives italiennes de Biologie. Revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. Mosso. Tome XVI, fasc. II, III. Turin, H. Loescher, 1891; in-8°.

Annali dell' Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano, serie seconda, vol. IX, Parte I, II, III, IV, V, 1887. Roma, 1890 et 1891; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 1er février 1892.)

Note de M. *L. Duparc,* Sur la nature des eaux et des vases du lac d'Annecy :

Page 251, ligne 1, *au lieu de* qui peut l'expliquer, *lisez* qu'il faut expliquer.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 FÉVRIER 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode d'analyse organique;* par M. **Berthelot**.

« Cette méthode consiste à brûler le composé dans la bombe calorimétrique, dans l'oxygène comprimé à 25 atmosphères. La combustion est totale et instantanée, contrairement à ce qui arrive dans la combustion par l'oxyde de cuivre.

» L'opération peut être faite dans un calorimètre, suivant le procédé ordinaire des mesures de chaleur de combustion. Mais la combustion même est indépendante de la mesure calorimétrique. Une fois la combustion opérée, on laisse détendre les gaz de la bombe à travers le système ordinaire de tubes de l'analyse organique : tube dessiccateur à ponce sulfurique, puis tubes à potasse liquide et solide. Cela fait, on extrait le surplus des gaz de la bombe, au moyen d'une pompe à mercure, et on les fait passer dans le même appareil absorbant; on laisse ensuite rentrer dans la bombe vide de l'air purifié; puis on répète 3 ou 4 fois l'opération, de

façon à extraire la totalité de l'acide carbonique. Le dosage du carbone peut être exécuté ainsi avec une précision absolue et une très grande promptitude.

» Le dosage de l'hydrogène est un peu plus compliqué; il peut être aussi effectué, en employant de l'oxygène sec et en chauffant légèrement la bombe après l'opération, de façon à vaporiser toute l'eau dans les atmosphères gazeuses successives qui résultent des opérations précédentes. Mais on doit tenir compte des traces d'acide azotique, produites pendant la combustion, lesquelles sont volatilisées en même temps que l'eau. Le dosage isolé de l'acide carbonique n'est pas sujet à cette complication, l'eau condensée dans la bombe retenant entièrement ces traces d'acide azotique.

» La combustion dans la bombe permet d'ailleurs de doser complètement le soufre des matières organiques, en ajoutant 10^{cc} d'eau à l'avance; le soufre demeure dans l'eau sous forme d'acide sulfurique, ainsi que nous l'avons démontré par des dosages très précis. C'est même la méthode la plus prompte qui existe pour ce genre de dosage, ainsi que pour celui du phosphore, dans les composés organiques. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'emploi de l'oxygène comprimé dans la bombe calorimétrique;* par M. **Berthelot**.

« L'oxygène comprimé peut être introduit dans la bombe de deux façons différentes, qui donnent lieu à des remarques spéciales, au point de vue de l'intervention de la vapeur d'eau dans les mesures.

» On peut puiser l'oxygène dans un récipient, rempli à l'avance sous la pression ordinaire et saturé d'humidité; puis le refouler et le comprimer dans la bombe calorimétrique. Dans ce cas, l'espace entier est nécessairement saturé, et il se condense une certaine dose de vapeur d'eau, capable de rétablir la saturation à la fin de l'expérience. Comme la température finale est plus élevée de 3° environ que la température initiale, il en résulte qu'il s'est vaporisé pendant l'expérience une petite quantité d'eau. Mais cette quantité est si petite qu'elle n'introduit pas de correction appréciable. Soit, en effet, la température initiale égale à 15° et la température finale à 18°, l'accroissement de tension de la vapeur correspondant sera $0^m,01536 - 0^m,01270 = 0^m,00266$, pour un tiers de litre, capacité de ma bombe. Cela fait $\frac{1}{24000}$ environ du poids moléculaire H^2O; ce qui répond à moins d'une demi petite calorie, quantité négligeable vis-à-vis des 8000 à 10000 calories dégagées dans les combustions ordinaires.

» Il en est autrement si l'on se sert d'un réservoir rempli d'oxygène comprimé à l'avance, sous une pression de 100 à 120 atmosphères, tel que l'industrie le fournit aujourd'hui. Cet oxygène est sec ou à peu près; et même, s'il contenait de la vapeur d'eau, la tension de celle-ci serait réduite au quart ou au cinquième par le changement de volume, si même elle n'était pas annulée par le froid produit pendant la détente, au moment où l'on remplit la bombe. Ceci admis, nous aurons à tenir compte, dans la plupart des combustions, de l'évaporation de l'eau produite par celles-ci dans l'espace vide de la bombe, soit 2^{cal} à $3^{cal},5$ environ dans une bombe d'un tiers de litre, ou 5^{cal} à 6^{cal} dans une bombe de 600^{cc} à 700^{cc} : quantité peu considérable, sans doute, et qu'on peut négliger dans des essais industriels, mais non dans des expériences scientifiques rigoureuses. »

CHIMIE. — *Action des métaux alcalins sur l'acide borique. Étude critique des procédés de préparation du bore amorphe;* par M. **Henri Moissan**.

« Le bore n'a pas encore été isolé à l'état de pureté. On doit en rechercher la cause dans la puissante affinité que possède ce corps simple pour les métaux et les métalloïdes. Nous ajouterons que les difficultés rencontrées dans le dosage de cet élément ont rendu très difficile jusqu'ici l'étude méthodique de ce corps simple et de ses composés. Elles ont même empêché de doser les différents échantillons de bore amorphe obtenus dans les recherches que nous allons exposer.

» En soumettant l'acide borique à l'action d'un courant très énergique, Humphry Davy (¹) obtint des traces d'un corps de couleur foncée qu'il regarda comme devant être le bore qui n'avait pas encore été isolé. Gay-Lussac et Thenard, et presque en même temps Humphry Davy, eurent l'idée, pour obtenir ce métalloïde, de faire réagir le potassium sur l'acide borique; l'affinité du métal alcalin pour l'oxygène devait permettre d'isoler le nouveau corps simple. Ce procédé fournit une poudre brune, en petite quantité, qui fut regardée à cette époque comme étant le bore amorphe, et dont nous établirons plus loin la composition.

» Ce fut cette première réaction, habilement transformée, qui devait permettre à Deville et Wœhler d'obtenir un rendement beaucoup plus considérable. Le produit d'un brun verdâtre qu'ils préparaient était un bore amorphe, qu'ils savaient être impur, mais dont ils se servirent comme d'un

(¹) Humphry Davy, *Ann. de Gilbert*, t. XXXV, p. 440.

véritable minerai pour obtenir de nouveaux et curieux composés du bore.

» Ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut, ces différents échantillons n'ont jamais été analysés.

» *Bore de Gay-Lussac et Thenard* ([1]). — En faisant agir le potassium sur l'acide borique en poudre fine, dans un tube métallique fermé à une extrémité, et en suivant exactement les indications données par Gay-Lussac et Thenard, on obtient une poudre de couleur brunâtre répondant aux mêmes caractères que ceux indiqués par ces savants. En opérant dans un tube de cuivre, comme ils l'ont conseillé, on remarque tout d'abord que le tube, fortement attaqué, a cédé une partie de sa matière au bore amorphe obtenu après tous les lavages. Il en est de même du ringard de fer qui a servi à remuer toute la masse. Si l'on fait cette préparation dans un tube d'or, comme le conseillait Humphry Davy, ou dans un tube de platine, le même phénomène se produit, et une notable quantité du métal précieux se retrouve dans le bore. Nous ajouterons que, même après des lavages répétés à l'eau et à l'acide chlorhydrique, on retrouve, combinée au bore et sous forme insoluble, une quantité notable du potassium qui a été employé dans la préparation. Enfin le bore séché sur l'anhydride phosphorique retient toujours une certaine quantité d'eau et de l'hydrogène dont nous parlerons plus loin.

» Ces faits ressortent nettement des analyses faites sur deux échantillons de bore Thenard ([2]) :

	Non lavé à l'acide chlorhydrique.	Lavé à l'acide chlorhydrique.	
	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Bore	44,1	40,70	38,47
Potassium	14,4	6,95	7,23
Cuivre	12,5	»	»
Fer	5,8	0,62	»
Acide borique hydraté	17,8	»	»
Insolubles	4,9	5,4	5,6
	99,5		

» *Bore Deville et Wœhler* ([3]). — On sait que Deville et Wœhler ont heureusement modifié la préparation précédente. Ils ont conseillé de jeter

---

([1]) GAY-LUSSAC et THENARD, *Recherches physico-chimiques*, t. I, p. 276.

([2]) Dans une prochaine Communication nous donnerons avec détails notre procédé de dosage du bore.

([3]) DEVILLE et WŒHLER, *Annales de Chimie*, 3e série, t. LII, p. 63.

dans un creuset de fer, porté au rouge, un mélange d'acide borique concassé et de sodium; de recouvrir le tout d'un peu de chlorure de sodium; puis, après réaction, de couler la masse fondue dans l'acide chlorhydrique. Des lavages répétés à l'acide chlorhydrique, une dessiccation dans le vide ou dans l'hydrogène à 200° permettaient d'obtenir une poudre très légère, d'un brun verdâtre, qu'ils regardaient comme du bore amorphe impur.

» La substance obtenue en suivant exactement les précautions indiquées par Deville et Wœhler (et nous avons eu l'occasion d'en préparer plus de 2^{kg}) ne présente au microscope aucune homogénéité; elle ne fournit qu'un rendement de bore qui peut varier entre 50 et 70 pour 100. Nous donnerons comme exemple les analyses ci-dessous :

	Lavé à l'acide chlorhydrique et séché sur PhO^5. N° 4.	Chauffé en tube scellé à 120° avec HCl saturé. N° 5.
Bore	62,50	56,13
Acide borique trihydraté	15,65	»
Hydrogène	0,44	»
Fer	4,61	5,36
Sodium	6,63	4,76
Azoture de bore	5,84	9,12
Matières non dosées	4,33	»
	100,00	

» Nous avons repris ce bore par l'acide chlorhydrique bouillant un grand nombre de fois, environ une trentaine, et nous avons séché ensuite très rapidement dans le vide sur l'acide phosphorique en grand excès (1). On évite ainsi la formation de l'acide borique, et le corps le plus riche en bore que nous ayons obtenu a donné, à l'analyse, les chiffres suivants ;

	N° 6.
Bore	71,97
Acide borique trihydraté	13,50
Hydrogène	non dosé
Fer	5,04
Sodium	3,89
Azoture de bore	5,28
	99,68

(1) Lorsque l'on traite le bore par une solution d'acide fluorhydrique bouillant à 60 pour 100, on obtient un produit d'une couleur plus claire qui renferme une plus grande quantité de bore.

» Si, au lieu de reprendre la masse fondue par l'acide chlorhydrique, on l'épuise par l'eau distillée, on obtient une poudre d'un gris noirâtre, qui d'après l'analyse contient :

	N° 7.
Bore	32,38
Acide borique trihydraté	42,52
Fer	7,51
Sodium	10,34
Azoture de bore	2,26
Eau et hydrogène	4,10
	99,11

» On voit de suite, d'après la composition de cette substance, que l'on se trouve en présence d'un mélange contenant surtout du borure de fer et du borure de sodium. Ces deux borures se détruisent partiellement en présence de l'acide chlorhydrique et finissent par donner la matière dont nous avons cité l'analyse plus haut (n° 6).

» En même temps que ces borures de sodium et de fer, il se fait une petite quantité d'un hydrure de bore solide. On peut démontrer l'existence de cet hydrure solide de différentes façons :

» 1° Lorsqu'on chauffe légèrement dans le vide le bore amorphe et surtout celui que Deville et Wœhler appelaient *bore léger* ([1]), on constate un dégagement brusque et très grand de gaz hydrogène, à la température de 250° à 275°. Un second dégagement d'hydrogène beaucoup plus faible, environ le dixième du volume précédent, ne se produit qu'à 600° et doit être attribué à la décomposition de l'eau par le bore. Différents échantillons de bore Deville nous ont donné les chiffres suivants :

	Pour 100.		
Hydrogène	2,35	2,42	1,40
Eau	11,40	13,60	14,10

([1]) Ce bore léger, qui passe avec beaucoup de facilité au travers des filtres, reste pendant très longtemps en suspension dans l'eau et a pu faire croire à l'existence d'une variété soluble de bore. Il donne à l'analyse les chiffres suivants :

Bore	50,72
Sodium	4,05
Fer	15,72
Azoture de bore	8,85

» 2° En chauffant, dans une cloche courbe, une très petite quantité de bore amorphe au milieu d'une atmosphère de gaz trifluorure de phosphore, le volume augmente beaucoup, et il se produit une notable quantité de gaz hydrogène phosphoré.

» Cet hydrure provient vraisemblablement d'une réaction secondaire produite sur l'eau par le borure alcalin. Il se fait, dans ce cas, de la soude et de l'hydrure de bore. C'est, du reste, à la décomposition de cet hydrure par l'eau ou l'acide chlorhydrique qu'est due l'odeur spéciale que le bore amorphe dégage dès ses premiers lavages.

» Il existe aussi une quantité variable d'azoture de bore dans ces différents échantillons. Une portion de cet azoture s'est formée au moment de la préparation, et l'enrichissement des échantillons lavés un grand nombre de fois à l'acide chlorhydrique tient à la destruction des borures.

» Enfin, ce bore amorphe contient toujours de l'acide borique trihydraté, et parfois en quantité notable. Cela tient à l'action d'une petite quantité d'eau sur les borures de fer et de sodium.

» Nous avons pu préparer le borure de fer en faisant réagir le chlorure de bore sur le fer réduit par l'hydrogène. C'est une matière grise, décomposable lentement par l'acide chlorhydrique étendu, avec dépôt insoluble ayant l'apparence du bore Deville et Wœhler. Si le fer employé dans la préparation est cristallisé, le borure peut même conserver l'état cristallin.

» On peut aussi obtenir un mélange riche en borure de sodium en chauffant au milieu d'une masse d'acide borique quelques fragments de sodium. En reprenant par l'eau, on obtient une poudre très ténue, d'un bleu verdâtre, passant à travers tous les filtres et très lente à se déposer. Cette matière ne peut pas être séchée à l'air, car elle s'oxyde avec la plus grande facilité, avec dégagement de chaleur, en fournissant de l'acide borique hydraté.

» C'est à ce borure de sodium que certains échantillons de bore léger, même séchés dans l'hydrogène, doivent de s'enflammer avec une si grande facilité.

» *Bore de Berzélius.* — Nous avons analysé aussi le bore préparé par Berzélius [1]. Ce savant faisait réagir, dans un tube de fer, le potassium en excès sur le fluoborate du même métal. La substance obtenue, dans ces conditions, lavée à l'acide chlorhydrique, donne à l'analyse les chiffres suivants :

---

[1] Berzélius, *Traité de Chimie*, 2e édition française, t. I, p. 300.

	Préparé dans un tube de fer.	
	N° 8.	N° 9.
Bore	51,15	50,94
Fer	3,06	3,80
Potassium	6,00	7,30
Azoture de bore	8,75	
Acide borique hydraté	23,07	
	92,03	

» Il y a donc encore formation de borures métalliques que les lavages à l'acide chlorhydrique ne décomposent que partiellement.

» *Conclusions.* — En résumé, lorsque l'on fait réagir un métal alcalin sur l'acide borique, la réaction se fait avec un très grand dégagement de chaleur, et, grâce à cette élévation de température, la majeure partie du bore qui a été mise en liberté se combine à l'excès du métal alcalin et au vase métallique dans lequel se fait la réaction. Lorsque l'on épuise ensuite par l'eau et l'acide chlorhydrique, on obtient, après dessiccation, un mélange de bore, de borure de sodium, de borure de fer, d'hydrure de bore, d'azoture de bore et d'acide borique hydraté. C'est ce mélange qui a été regardé jusqu'ici comme étant le bore amorphe.

» Dans une prochaine Communication, nous indiquerons une méthode de préparation du bore amorphe. »

M. L. **Ollier** fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. Verneuil, du tome III et dernier de son « Traité des résections et des opérations conservatrices qu'on peut pratiquer sur le système osseux ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. le général *Ibañez de Ibero*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. le général de Tillo obtient	41	suffrages.
M. Richthofen »	3	»

M. le général **de Tillo**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur la transmissibilité du cancer*. Note de M. Simon Duplay.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« La question de la nature du cancer a de tout temps préoccupé vivement les pathologistes, mais c'est surtout depuis les progrès réalisés par les études microbiennes que les efforts se sont multipliés dans le but de chercher à mettre en évidence, dans les maladies cancéreuses, les agents parasitaires dont on était autorisé à soupçonner l'existence.

» Dans les recherches que nous poursuivons depuis plus de trois ans avec M. le Dr Maurice Cazin, mon chef de laboratoire, nous nous sommes efforcés, d'une part, de faire un grand nombre d'examens microscopiques de tissus cancéreux, au point de vue de la découverte d'éléments parasitaires (1), et, d'autre part, nous avons tenté de reproduire expérimentalement chez les animaux des lésions cancéreuses, de façon à pouvoir étudier le mécanisme de leur évolution.

» Dans une première série d'expériences, comprenant un total de vingt-deux observations, nous avons inoculé des produits cancéreux humains au lapin, au cobaye, et surtout au chien, chez lequel on voit assez fréquemment se développer des néoplasmes cancéreux, sous des formes entièrement semblables, par leur structure histologique, à celles qu'on observe chez l'homme.

» Nous avons pratiqué ces inoculations en variant les procédés expérimentaux. Dans certains cas, nous avons implanté directement des fragments de cancer, soit dans le tissu cellulaire sous-cutané, en différents points du corps, soit dans la cavité péritonéale, soit dans la tunique vaginale, et, dans quelques expériences, nous avons essayé, par des traumatismes variés, de créer un milieu favorable au développement des néoplasmes.

» Dans d'autres cas, nous avons injecté dans le sang ou dans la cavité péritonéale, ou encore dans quelques-uns des organes qui sont le plus fréquemment atteints de cancer, des liquides obtenus en broyant des pro-

---

(1) *Congrès international d'hygiène de Londres* (août 1891).

duits cancéreux dans du bouillon stérile ou dans de l'eau distillée également stérile.

» Nous devons ajouter que, dans toutes ces expériences, les fragments inoculés provenaient de tumeurs enlevées dans notre service d'hôpital quelques instants auparavant et présentaient par conséquent toutes les conditions de vitalité désirables.

» Enfin, grâce aux précautions antiseptiques, nous n'avons jamais eu le moindre accident de nature à compromettre les résultats de nos expériences.

» Dans la majorité des cas, nous avons choisi, pour ces inoculations, des cancers épithéliaux (épithéliomes ou carcinomes); dans quelques cas seulement nous avons employé d'autres néoplasmes, tels que des sarcomes, des lymphadénomes.

» Or, les résultats de toutes ces expériences ont été uniformément semblables. Quels qu'aient été le procédé d'inoculation, le tissu cancéreux employé, l'animal inoculé, en aucun cas il n'y a eu production de néoplasme cancéreux.

» Les injections intra-veineuses, chez les animaux sacrifiés plus de trois mois après, n'ont pas laissé de traces appréciables à l'examen le plus minutieux des viscères thoraciques et abdominaux.

» Quant aux fragments inclus dans les tissus, ils ont d'abord provoqué autour d'eux une réaction inflammatoire se traduisant par une augmentation de volume qui parfois a pu, dans les premières semaines suivant l'inoculation, nous faire croire au développement et à l'accroissement du tissu néoplasique implanté; mais, après s'être en quelque sorte enkystés dans les tissus, ils ont constamment fini par être complètement résorbés, de sorte qu'à l'examen microscopique on ne pouvait même pas en retrouver la moindre trace, chez les animaux sacrifiés, après huit, six ou quatre mois, et même quelquefois après quelques semaines seulement. Ainsi que nous avons pu nous en rendre compte en sacrifiant les animaux à des intervalles variés, le processus est toujours le même : dès les premiers jours de l'inclusion, le fragment implanté, bien que faisant absolument corps avec les tissus voisins, a perdu toute vitalité, au point que, sur des coupes pratiquées en vue de l'examen microscopique, on ne peut plus arriver à colorer les noyaux des cellules du tissu néoplasique greffé; autour de ce fragment qui, comme tout corps étranger aseptique, provoque ces phénomènes de réaction défensive des tissus qui ont été si bien étudiés par M. Metschnikoff, on constate un afflux considérable des cellules mobiles,

dont le rôle phagocytaire a précisément pour résultat d'amener, après un temps plus ou moins long, suivant son volume, la résorption complète du fragment implanté.

» Dans des expériences déjà anciennes, Langenbeck, Follin et Lebert, Cohn, Goujon ont cru avoir obtenu la production de noyaux cancéreux, soit au point d'insertion, après inclusion sous-cutanée, soit dans les poumons et dans le foie; mais les descriptions histologiques que les expérimentateurs nous ont données de ces lésions sont loin d'être démonstratives, et il nous paraît à peu près certain que ces lésions étaient de nature inflammatoire et ne différaient pas de celles que nous avons pu nous-mêmes observer.

» Dans une deuxième série d'expériences, nous avons cherché à inoculer aux animaux des produits cancéreux provenant non plus de l'homme, mais du chien. Grâce au concours bienveillant de plusieurs vétérinaires, mes collègues de l'Académie de Médecine, j'ai pu me procurer quelques cancers épithéliaux développés chez des chiens et pratiquer des inoculations sur des chiens, des lapins et des cobayes, au moyen de fragments pris dans ces tumeurs, une ou quelques heures après leur ablation.

» Une seule fois, nous avons eu entre nos mains une chienne portant une énorme tumeur sarcomateuse de la peau et nous avons pu pratiquer nos inoculations dans des conditions aussi favorables que dans notre première série d'expériences.

» Les résultats que nous ont donnés les essais de transmission du cancer du chien à d'autres animaux, tels que les lapins et les cobayes, sont venus confirmer ceux que nous avaient fournis nos essais de transmission du cancer de l'homme aux animaux; les inoculations n'ont donné lieu qu'à des lésions inflammatoires localisées autour des fragments greffés, qui, dans toutes les expériences, ont fini par être complètement résorbés.

» Quant aux essais de transmission du cancer du chien au chien, contrairement à ce que nous pouvions espérer, en raison de certains faits obtenus par d'autres expérimentateurs, ils ne nous ont donné également que des résultats négatifs, après un espace de temps qui a varié entre trois mois et huit mois. Toutefois, avant d'avoir multiplié nos expériences et surtout avant de les avoir pratiquées dans des conditions plus favorables, nous ne saurions tirer une conclusion définitive de ces faits négatifs.

» Il n'en est pas de même des faits relatifs à notre première série d'expériences pratiquées dans des conditions aussi complètement satisfaisantes

que possible, et nous nous croyons en droit de conclure, en nous basant sur nos résultats et sur ceux qu'ont obtenus les expérimentateurs qui nous ont précédés, que les néoplasmes cancéreux ne sont pas transmissibles de l'homme aux animaux. Il nous paraît également démontré que le cancer n'est pas transmissible d'un animal à un animal d'une espèce différente.

» Quant à la transmissibilité du cancer d'un animal à un animal de la même espèce, nous pensons qu'il serait prématuré d'énoncer sur cette question importante une conclusion définitive.

» Nous dirons, en terminant, que les résultats de nos expériences, en ce qui concerne la nature du cancer, ne permettent pas de nier sa nature parasitaire, de même que des faits positifs ne sauraient autoriser à l'affirmer.

» Cette question reste donc indécise; mais si l'on peut espérer que les essais de transmission du cancer d'un animal à un animal de la même espèce fourniront un jour quelque lumière sur ce point encore obscur, il nous semble qu'il n'y a rien à attendre de semblable des expériences faites en vue de transmettre le cancer d'une espèce animale à une espèce différente. Nous avons tenu à établir ce premier point, en attendant les résultats que pourront nous fournir les recherches que nous poursuivons dans cette voie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Dr Amat, à propos de la présentation de *Jacques Inaudi* à l'Académie, rappelle que, dans un article publié par la *Revue scientifique* du 10 juillet 1880, sous le titre « Calcul mental et conformation cranienne », il avait consigné les résultats obtenus par lui, dès le mois d'octobre 1878, sur l'aspect général et les mensurations du crâne de Jacques Inaudi, ainsi que la méthode très simple dont il se servait alors pour effectuer ses calculs.

M. Léopold Hugo adresse une Note sur les procédés employés par divers calculateurs, et notamment par Koraleck, pour effectuer rapidement des calculs plus ou moins compliqués. Il cite, à ce propos, divers passages des Procès-verbaux de la Société mathématique, en 1875.

M. le Secrétaire perpétuel rappelle, à cette occasion, un Mémoire de

M. *d'Abbadie* « Sur la vision de la série des nombres », publié dans le *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris*, 3e série, tome III, p. 216; 1880, ainsi qu'un autre Mémoire publié à la page 244 du même volume.

Ces divers documents sont renvoyés à la Commission nommée dans la dernière séance.

M. Skromnoff adresse, de Briansk (Russie), un Mémoire écrit en langue russe, sur divers perfectionnements des machines à vapeur à haute pression.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, G. Darboux.)

M. C. Ventre adresse, de Marseille, un Mémoire sur un nouveau système d'éclairage, par la bougie-pétrole.

(Commissaires : MM. Troost, Lippmann.)

M. D. Parks se porte candidat pour le prix Guzman.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. L. Manen, élu Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le quatrième Volume des « Annales de l'Observatoire de Bordeaux ». (Présenté par M. Lœwy.)

« On trouvera, dans ce Volume, des séries d'observations astronomiques très précises; les observations météorologiques faites pendant les années 1884 et 1885; les positions exactes d'un certain nombre de comètes parues durant cette période, etc. Mais le travail qu'il importe peut-être surtout de signaler, c'est la réobservation des étoiles australes du catalogue d'Argelander-Œltzen.

» Depuis plusieurs années, l'observatoire de Bordeaux a poursuivi

d'une manière systématique cette étude, qui a pour but de fournir les positions précises des étoiles d'une zone du ciel austral comprise entre -15° et -20°. Cet observatoire est, pour cela, dans une situation plus favorable que la plupart des autres observatoires d'Europe.

» Le travail de l'observatoire de Bordeaux, aujourd'hui presque achevé, constituera un document important pour l'Astronomie sidérale, document qui sera surtout très utile à consulter pour la détermination des mouvements propres des étoiles renfermées dans cette zone de la sphère australe. »

M. l'**Inspecteur général de la navigation** adresse les États des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1891.

ASTRONOMIE. — *L'étoile temporaire du Cocher*. Note de M. G. **Rayet**, présentée par M. Wolf.

« L'étoile temporaire du Cocher, dont une dépêche de M. Copeland a signalé l'existence à la date du 1er février et qui a été découverte par un amateur anonyme, a pu être observée deux fois aux instruments de l'Observatoire de Bordeaux, le 10 et le 11 février.

» La position de l'étoile nouvelle est, pour 1892,0 :

Ascension droite	$5^h 25^m 3^s,47$
Distance polaire	$59^\circ 38' 9'',5$

» L'étoile nouvelle n'existe pas dans les zones d'Argelander, ce qui rend probable que la grandeur ancienne était inférieure à la 9e.

» Le 10 et le 11, l'étoile était de 5e grandeur environ, comparable à 26 Cocher; sa lumière a été notée comme jaune orangé ou jaune paille.

» Le spectre de l'étoile, que j'ai examiné deux fois avec un spectroscope à un prisme de flint lourd monté sur le grand équatorial de 14 pouces de Bordeaux, est formé d'un spectre continu, dont le rouge et le violet paraissent très lumineux, et de quatre lignes ou bandes brillantes, situées dans le vert, dont les longueurs d'onde sont, d'après mes mesures :

Première ligne	$518^{\mu\mu}$	au voisinage de *b*, probablement *b*.
Deuxième ligne	501	
Troisième ligne	493	
Quatrième ligne	487	au voisinage de F, très probablement F.

» Les lignes les plus brillantes sont la deuxième et la troisième ; elles ont, comme toujours, une apparence de bandes.

» Le spectre de l'étoile nouvelle du Cocher diffère très sensiblement de celui de l'étoile nouvelle de la Couronne (mai 1866) observé par Huggins, M. Wolf et moi; de celui de l'étoile du Cygne (novembre 1876) décrit par Vogel, Cornu, Copeland et Backhouse; enfin de celui de l'étoile d'Andromède (août 1885) étudié par Vogel, Maunder et Perry. La lumière de toutes ces étoiles montrait des lignes brillantes dans le rouge et dans le violet, en particulier les lignes de l'hydrogène H_α et H_β; les lignes de l'étoile actuelle sont toutes quatre comprises entre b et F. Il faut cependant noter que, dans le cas de l'étoile du Cygne, les raies extrêmes de l'hydrogène ont disparu avant F et la ligne $501\,\mu\mu$; ceci explique, peut-être, pourquoi la ligne H_β est seule visible dans la lumière de l'étoile du Cocher.

» *P.-S.* — Une nouvelle observation, faite dans la nuit du 14 au 15 février, a permis d'ajouter aux quatre lignes précédentes la ligne brillante H_α de l'hydrogène dans le rouge et celle du sodium. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Extension des équations de Lagrange au cas du frottement de glissement.* Note de M. PAUL APPELL, présentée par M. Darboux.

« 1. En combinant le principe des vitesses virtuelles et le principe de d'Alembert, Lagrange a réduit à un procédé uniforme la mise en équation de tous les problèmes de Mécanique. Lorsque certains points du système glissent *avec frottement* sur des surfaces, on peut évidemment employer encore la méthode de Lagrange, mais à condition d'ajouter aux forces directement appliquées les forces de frottement dont les grandeurs sont inconnues, puisqu'elles sont proportionnelles aux réactions normales des surfaces; il faut ensuite éliminer ces grandeurs inconnues. Nous nous proposons de modifier la méthode de Lagrange, de manière à obtenir des équations du mouvement ne contenant ni les forces de liaison ni les forces de frottement.

» 2. Soit d'abord un point matériel de coordonnées x, y, z, sollicité par une force directement appliquée F, de projections X, Y, Z, et assujetti à se mouvoir *avec frottement* sur une surface S ayant pour équation

$$g(x, y, z) = 0.$$

» La réaction R de la surface sur le point est la résultante d'une réaction normale N et d'une force tangentielle ϖ, dirigée en sens contraire de la vitesse v du point et ayant pour intensité fN, f étant le coefficient de frottement. Si l'on désigne par x', y', z' les dérivées de x, y, z par rapport au temps t, et par ρ la quantité

$$\rho = \pm\sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial z}\right)^2},$$

les projections de la réaction R seront

$$\frac{N}{\rho v}\left(v\frac{\partial g}{\partial x} - f\rho x'\right),\quad \frac{N}{\rho v}\left(v\frac{\partial g}{\partial y} - f\rho y'\right),\quad \frac{N}{\rho v}\left(v\frac{\partial g}{\partial z} - f\rho z'\right),$$

expressions que l'on obtient en ajoutant les projections de N et ϖ et réduisant au même dénominateur. Dans ces formules, ρ est pris positivement ou négativement, suivant que N est dirigé par rapport à la surface du côté où $g(x, y, z)$ est positif, ou du côté opposé.

» D'après le principe de d'Alembert, il y a équilibre à chaque instant entre la force d'inertie, la force F et la réaction R. Pour un déplacement virtuel quelconque δx, δy, δz, la somme des travaux de toutes ces forces est donc nulle; assujettissons ce déplacement à être normal à la réaction R

$$(1)\qquad \left(v\frac{\partial g}{\partial x} - f\rho x'\right)\delta x + \left(v\frac{\partial g}{\partial y} - f\rho y'\right)\delta y + \left(v\frac{\partial g}{\partial z} - f\rho z'\right)\delta z = 0,$$

le travail de R est nul et il reste l'équation

$$(2)\qquad \left(-m\frac{d^2x}{dt^2} + X\right)\delta x + \left(-m\frac{d^2y}{dt^2} + Y\right)\delta y + \left(-m\frac{d^2z}{dt^2} + Z\right)\delta z = 0.$$

» Cette dernière condition doit être remplie, quelles que soient les valeurs de δx, δy, δz vérifiant la relation (1) : elle se décomposera donc en deux équations qui seront les équations demandées. On pourra, par exemple, obtenir ces deux équations en attribuant à δx, δy, δz les deux systèmes de valeurs suivantes dont la signification géométrique est simple

$$\delta_1 x = \left(y'\frac{\partial g}{\partial z} - z'\frac{\partial g}{\partial y}\right)\delta\lambda,\qquad \delta_1 y = \left(z'\frac{\partial g}{\partial x} - x'\frac{\partial g}{\partial z}\right)\delta\lambda,\qquad \delta_1 z = \left(x'\frac{\partial g}{\partial y} - y'\frac{\partial g}{\partial x}\right)\delta\lambda,$$

$$\delta_2 x = \left(\rho x' + fv\frac{\partial g}{\partial x}\right)\delta\lambda,\qquad \delta_2 y = \left(\rho y' + fv\frac{\partial g}{\partial y}\right)\delta\lambda,\qquad \delta_2 z = \left(\rho z' + fv\frac{\partial g}{\partial z}\right)\delta\lambda.$$

» 3. Soit maintenant un système de n points

$$(x_1, y_1, z_1),\quad (x_2, y_2, z_2),\quad \ldots,\quad (x_n, y_n, z_n),$$

sollicités par des forces $F_1, F_2, \ldots, F_n$ directement appliquées : ces points sont assujettis d'abord à μ liaisons sans frottement

$$(3)\qquad G_i(x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2, \ldots, x_n, y_n, z_n) = 0, \qquad (i = 1, 2, \ldots, \mu),$$

puis certains d'entre eux $(x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2), \ldots, (x_\nu, y_\nu, z_\nu)$ glissent *avec frottement* sur ν surfaces fixes

$$(4)\qquad g_s(x_s, y_s, z_s) = 0, \qquad (s = 1, 2, \ldots, \nu),$$

le coefficient de frottement sur la surface g_s étant f_s.

» Pour obtenir les équations du mouvement, il suffit d'écrire que chaque point est en équilibre sous l'action de la force d'inertie, des forces directement appliquées, des forces de liaison et des forces de frottement. Imprimons au système un déplacement virtuel qui est compatible avec les liaisons (3) et dans lequel chaque point (x_s, y_s, z_s) se déplace normalement à la réaction résultante R_s de la surface g_s sur lui.

» Comme la somme des travaux des forces provenant des liaisons (3) et des réactions R_s est alors nulle, on a, en désignant par Σ une somme étendue à tous les points du système, l'équation

$$(5)\qquad \sum\left[\left(-m\frac{d^2x}{dt^2} + X\right)\delta x + \left(-m\frac{d^2y}{dt^2} + Y\right)\delta y + \left(-m\frac{d^2z}{dt^2} + Z\right)\delta z\right] = 0;$$

cette équation doit avoir lieu pour tous les déplacements vérifiant les relations

$$(6)\qquad \frac{\partial G_i}{\partial x_1}\delta x_1 + \frac{\partial G_i}{\partial y_1}\delta y_1 + \frac{\partial G_i}{\partial z_1}\delta z_1 + \frac{\partial G_i}{\partial x_2}\delta x_2 + \ldots + \frac{\partial G_i}{\partial z_n}\delta z_n = 0.$$

$$(7)\qquad \left(v_s\frac{\partial g_s}{\partial x_s} - f_s\rho_s x'_s\right)\delta x_s + \left(v_s\frac{\partial g_s}{\partial y_s} - f_s\rho_s y'_s\right)\delta y_s + \left(v_s\frac{\partial g_s}{\partial z_s} - f_s\rho_s z'_s\right)\delta z_s = 0,$$

$$(i = 1, 2, \ldots, \mu), \qquad (s = 1, 2, \ldots, \nu),$$

v_s désignant la vitesse du point (x_s, y_s, z_s) et ρ_s la quantité analogue à ρ dans le n° 1. En vertu de ces $(\mu + \nu)$ équations de condition, l'équation (5) se partage en $3n - \mu - \nu$ relations qui, jointes aux $(\mu + \nu)$ équations de liaison, forment un système de $3n$ équations définissant $x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2, \ldots, x_n, y_n, z_n$ en fonction de t.

» 4. Laissant pour un Mémoire étendu l'étude des liaisons plus générales, nous nous bornerons à indiquer ici la conséquence suivante de ces

formules. Supposons $3n - \mu = k$ et, à l'aide des relations (3), exprimons les coordonnées des différents points du système en fonction de k paramètres $q_1, q_2, \ldots, q_k$

$$\begin{aligned} x_j &= \varphi_j(q_1, q_2, \ldots, q_k), \\ y_j &= \psi_j(q_1, q_2, \ldots, q_k), \\ z_j &= \varpi_j(q_1, q_2, \ldots, q_k); \end{aligned}$$

ces paramètres ne sont pas indépendants, ils sont assujettis à vérifier ν relations déduites des équations (4), que nous écrirons

$$(8) \qquad g_s(q_1, q_2, \ldots, q_k) = 0, \qquad (s = 1, 2, \ldots, \nu).$$

» On obtient le déplacement le plus général, compatible avec les liaisons (3), en donnant à $q_1, q_2, \ldots, q_k$ des variations arbitraires $\delta q_1, \delta q_2, \ldots, \delta q_k$. Exprimant ensuite que le déplacement ainsi obtenu vérifie les conditions (7), on a des relations de la forme

$$(9) \qquad A_1^{(s)}\delta q_1 + A_2^{(s)}\delta q_2 + \ldots + A_k^{(s)}\delta q_k = 0, \qquad (s = 1, 2, \ldots, \nu).$$

D'autre part, l'équation (5) devient

$$(10) \quad (-P_1 + Q_1)\delta q_1 + (-P_2 + Q_2)\delta q_2 + \ldots + (-P_k + Q_k)\delta q_k = 0$$

avec

$$P_1 = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_1}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_1}, \qquad Q_1 = \sum \left(X\frac{\partial \varphi}{\partial q_1} + Y\frac{\partial \psi}{\partial q_1} + Z\frac{\partial \varpi}{\partial q_1}\right), \qquad \ldots,$$

T désignant la demi-force vive du système.

» L'équation (10), dans laquelle $\delta q_1, \delta q_2, \ldots, \delta q_k$ sont assujettis aux ν conditions (9), se décompose en $k - \nu$ équations qui, jointes aux équations (8), donnent k relations déterminant $q_1, q_2, \ldots, q_k$ en fonction de t. On peut aussi, en combinant les équations (9) et (10), écrire les équations du mouvement par la méthode des multiplicateurs de Lagrange. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application de la théorie des groupes continus à la théorie des fonctions*. Note de M. **Sophus Lie**, présentée par M. E. Picard.

« J'ai démontré autrefois que chaque groupe continu et transitif à n variables, dont les transformations sont permutables (*vertauschbar*), peut

être défini par n équations de la forme

$$\Phi_k(y_1, \ldots, y_n) = \Phi_k(x_1, \ldots, x_n) + t_k, \qquad (k = 1, \ldots, n),$$

$t_1, \ldots, t_n$ désignant des paramètres arbitraires. De ce théorème général, j'ai tiré moi-même des conséquences importantes, et M. Picard en a trouvé d'autres.

» Parmi ces groupes, il y en a un nombre infini, dont les transformations finies sont algébriques, quoique les fonctions Φ_k soient transcendantes; ces derniers groupes méritent une attention spéciale. Déjà, en 1869, j'ai trouvé, par la considération d'un tel groupe bien connu, savoir le suivant

$$\log x_1 = \log x + t_1, \qquad \log y_1 = \log y + t_2, \qquad \log z_1 = \log z + t_3$$

une liaison remarquable entre la théorie des surfaces minima et la théorie du complexe tétraédral. Ayant, par exemple, déterminé au moyen de translations infinitésimales toutes les surfaces minima algébriques et plus généralement toutes les *surfaces de translation algébriques*, je parviens, par la considération des transformations infinitésimales progressives de la forme

$$x_1 = ax, \qquad y_1 = by, \qquad z_1 = cz,$$

à la détermination de toutes les surfaces algébriques représentées par les formules (1)

$$x = U_1(u)V_1(v), \qquad y = U_2(u)V_2(v), \qquad z = U_3(u)V_3(v).$$

» Par la généralisation de ces théories déjà anciennes je suis parvenu à des résultats d'une grande généralité qui méritent peut-être quelque attention.

---

(1) En soumettant les surfaces minima à une transformation convenable, on obtient les surfaces

$$\log x = \int \frac{f(t)\,dt}{a+t} + \int \frac{\varphi(\tau)\,d\tau}{a+\tau},$$
$$\log y = \int \frac{f(t)\,dt}{b+t} + \int \frac{\varphi(\tau)\,d\tau}{b+\tau},$$
$$\log z = \int \frac{f(t)\,dt}{c+t} + \int \frac{\varphi(\tau)\,d\tau}{c+\tau},$$

dont la théorie est intéressante. Je me borne ici à la remarque qu'on peut déterminer les courbes asymptotiques de ces surfaces qui embrassent un grand nombre de surfaces remarquables.

» J'ai d'abord trouvé le théorème suivant :

» Considérons $m+1$ équations de la forme

$$(1) \qquad v_k = A_{k1}(t_1) + \ldots + A_{km}(t_m) \qquad (k = 1, \ldots, m+1)$$

désignons ensuite les déterminants d'ordre le plus élevé de la matrice $\left|\frac{\partial A_{ki}}{\partial t_i}\right|$ par $\Delta_1, \Delta_2, \ldots, \Delta_{m+1}$ et supposons enfin que ces déterminants ne satisfassent à aucune équation linéaire

$$c_1 \Delta_1 + \ldots + c_{m+1} \Delta_{m+1} = 0,$$

à coefficients constants. Alors, pour que la relation $\Omega(v_1, \ldots, v_{m+1}) = 0$, qu'on obtient par l'élimination des paramètres $t_1, \ldots, t_m$ soit algébrique, il faut et il suffit que deux quantités quelconques A_{ki} et A_{ji} soient toujours liées par une relation algébrique. Si, au contraire, les quantités Δ_i satisfont à $q < m+1$ équations indépendantes et linéaires à coefficients constants, on réduit immédiatement le système donné (1) à un système plus simple

$$v'_k = B_k(s_1) + \ldots + B_{km-q}(s_{m-q}) \qquad (k = 1, \ldots, m-q+1)$$

entre $m-q+1$ quantités v'_k de la forme

$$v'_k = d_{k1} v_1 + \ldots + d_{k,m+1} v_{m+1},$$

les d_{kj} désignant des constantes. Pour que ce système réduit soit algébrique, il faut et il suffit que deux quantités quelconques B_{ki} et B_{ji} soient liées par une relation algébrique.

» Quand les $A_{ki}(t_i)$ sont des intégrales *abéliennes*, ce théorème coïncide avec un résultat déduit par M. Kœnigsberger de la généralisation d'un théorème d'Abel.

» Le théorème ci-dessus admet des généralisations remarquables. Je me borne aux remarques suivantes.

» Je prends un groupe continu et transitif dont les transformations sont algébriques et permutables. J'obtiens, par exemple, de tels groupes

$$(2) \qquad \Phi_k(y_1 \ldots y_p) = \Phi_k(x_1 \ldots x_p) + t_k \qquad (k = 1 \ldots p),$$

comme le montre le théorème d'Abel, en posant

$$\Phi_k(x_1 \ldots x_p) = \varphi_k(x_1) + \ldots + \varphi_k(x_p),$$

$\varphi_1(x), \ldots, \varphi_p(x)$ désignant des intégrales abéliennes convenablement choisies. M. Picard a obtenu d'autres groupes essentiellement nouveaux par l'inversion des intégrales totales de différentielles algébriques; on peut

même facilement déduire de mes théories générales que les Φ_k sont toujours de telles intégrales, récemment introduites avec tant de succès par M. Picard.

» Maintenant, en désignant par $\Phi_1, \ldots, \Phi_p$ des intégrales totales de différentielles algébriques, choisies de telle manière que les équations (2) déterminent un groupe *algébrique*, on peut toujours reconnaître si $p+1$ équations données de la forme

$$(3) \quad \Phi_k(y_1 \ldots y_p) = A_{k1}(t_1) + \ldots + A_{kp}(t_p), \qquad (k = 1 \ldots p+1)$$

déterminent une relation algébrique entre les quantités $y_1, \ldots, y_p$. En effet, en désignant comme précédemment par $\Delta_1, \ldots, \Delta_{p+1}$ les déterminants d'ordre le plus élevé de la matrice $\frac{dA_{ki}}{dt_i}$, il faut d'abord décider si les quantités $\Delta_1, \ldots, \Delta_{p+1}$ satisfont à des équations linéaires à coefficients constants. Si cela n'arrive pas, pour que les quantités $y_1, \ldots, y_p$ soient liées par une équation algébrique, il faut et il suffit que le système de relations entre les y_k déduit des équations plus simples

$$\Phi_k(y_1, \ldots, y_p) = A_{ki}(t_i), \qquad (k = 1, \ldots, p+1)$$

soit algébrique, quelque valeur que l'on attribue à l'indice i. Si, au contraire, les Δ_i satisfont à des équations linéaires, on réduit le système donné (3) à un système plus simple, auquel la règle générale s'applique.

» La démonstration de ces théorèmes résulte presque immédiatement de la remarque suivante. En soumettant dans un espace à n dimensions une multiplicité algébrique à une transformation infinitésimale algébrique, ou la multiplicité se transforme en elle-même, ou la nouvelle multiplicité coupe la précédente suivant une multiplicité algébrique.

» En supposant que les A_{ki} dépendent de plusieurs paramètres, on obtient des théorèmes encore plus généraux. Enfin, on peut substituer au groupe (2) l'ensemble de *deux groupes transitifs* et algébriques, tellement choisis que les transformations de chaque groupe soient permutables aux transformations de l'autre groupe. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la distribution des nombres premiers.* Extrait d'une Lettre de M. **Phragmén** à M. Poincaré.

« Vous avez publié, dans les *Comptes rendus* du 14 décembre 1891, quelques résultats sur la distribution des nombres premiers de la forme

$4n+1$, qui ont été démontrés par M. Victor Stanievitch, dans une Note publiée au *Compte rendu* de la séance du 18 janvier 1892.

» De mon côté, j'ai présenté à l'Académie des Sciences de Stockholm, le 14 octobre 1891, une Note *Sur le logarithme intégral de la fonction fixe de Riemann,* où je démontre un théorème général dont vos résultats sont des cas très particuliers.

» Dans cette Note se trouve, en effet, à la page 600, le théorème suivant :

» *Soit $\varphi(x)$ une fonction réelle de la variable réelle x, et α une constante primitive, et supposons que l'intégrale*

$$(1) \qquad \int^{\infty} \varphi(x) x^{-s-1}\, dx$$

soit convergente pour les valeurs de s dont la partie réelle est supérieure à l'unité, et qu'elle soit égale, dans le voisinage de $s=1$, à une série procédant suivant les puissances positives de $(s-1)$ et convergente dans un cercle dont le rayon est plus grand que l'unité; si x_0 et δ sont deux quantités positives choisies à volonté, aucune des deux inégalités

$$(2) \qquad \varphi(x) > \delta, \qquad \varphi(x) < -\delta$$

ne pourra subsister pour toutes les valeurs de x supérieures à x_0.

» Je laisse de côté une addition qui se trouve ajoutée à cet énoncé dans ma Note citée, et je me propose ici de donner une généralisation de mon théorème dans une autre direction, généralisation qui se présente d'ailleurs immédiatement à l'esprit.

» En effet, si l'on sait que l'intégrale (1) satisfait à la même condition de convergence que plus haut, et que, dans le voisinage de $s=1$, elle est égale à une série à la Taylor

$$\Sigma c_n (s-1)^n,$$

convergente pour un rayon plus grand que $\sigma\,(\sigma \leqq 1)$, on démontre qu'aucune des deux inégalités

$$(3) \qquad \varphi(x) > \delta x^{1-\sigma}, \qquad \varphi(x) < -\delta x^{1-\sigma}$$

ne peut avoir lieu pour toutes les valeurs de x plus grandes qu'une valeur arbitraire.

» En effet, si $\varphi(x)$ ne change pas de signe à partir de $x = x_0 > 1$, on voit facilement, et j'en ai donné la démonstration détaillée dans ma Note

citée, que l'intégrale

$$\int_{x_0}^{\infty} \varphi(x)x^{-2}(\log x)^n dx$$

converge et est égale à

$$\operatorname{sgn}\varphi(x).\ |\underline{n}|c_n|.$$

On a donc tous les éléments qui figurent dans les signes comme étant positifs :

$$\pm \sum |c_n|\sigma^n = \int_{x_0}^{\infty} \varphi(x)x^{-2} \sum \frac{\sigma^n(\log x)^n}{\underline{|n}} = \int_{x_0}^{\infty} \varphi(x)x^{\sigma-2}dx.$$

» Cette dernière intégrale a donc une valeur finie, ce qui ne pourrait être si l'une des inégalités (3) avait lieu dans tout l'intervalle de l'intégration.

» Il est facile de voir que cette remarque simple suffit pour démontrer que toutes les valeurs asymptotiques de fonctions numériques indiquées par Gauss et Dirichlet sont justes dans le sens que M. Tchebycheff a formulé le premier et que vous avez adopté dans votre Note du 14 décembre 1891.

» En effet, il est facile de voir que le raisonnement par lequel Dirichlet démontre qu'une fonction $\varphi(\rho)$ devient infinie pour $\rho = 0$, de manière que $\rho\varphi(\rho)$ converge vers une valeur finie c, implique, dans tous les cas, l'existence d'un développement à la Taylor pour $\rho\varphi(\rho)$, valable au voisinage de $\rho = 0$. Je puis renvoyer, à ce sujet, à une Note de M. J.-L.-W. Jensen (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 1156), où cette pensée se trouve réalisée dans un cas particulier. D'ailleurs, il semble que Dirichlet lui-même ait été conscient de ce fait. Du moins on pourrait interpréter dans ce sens une remarque que vous trouverez dans son grand Mémoire : *Recherches sur diverses applications de l'Analyse infinitésimale à la Théorie des nombres*, au bas de la page 417 de ses *Œuvres*, t. I.

» Il est superflu, je pense, de répéter ici comment les questions des valeurs asymptotiques se réduisent, par cette remarque, à dépendre du théorème que je viens de démontrer.

» De même, je ne vous fatiguerai pas en énumérant des exemples des résultats auxquels on parvient de cette manière. En voici un seulement.

» Si p est un nombre premier de la forme $4n + 3$ et, de plus, un *déterminant régulier* (Gauss, *Disq.*, etc., art. 306), et que h désigne le nombre de formes quadratiques différentes ayant $-p$ pour déterminant, les développements donnés par Dirichlet, dans la Note *Ueber eine Eigenschaft*

der quadratischen Formen (*Œuvres*, p. 457), démontrent le théorème suivant :

» *Le nombre des nombres premiers inférieurs à z qui peuvent être représentés par une forme quadratique donnée ayant pour déterminant $-p$ est, une infinité de fois, plus grand que* $\frac{a}{h}\operatorname{li} z$, pour $a < 1$, et plus petit que $\frac{a}{h}\operatorname{li} z$, pour $a > 1$.

» Seulement, s'il s'agit de la forme principale $x^2 + py^2$, il faut écrire $2h$ au lieu de h, ce qui dépend du fait que les autres formes se répartissent en paires qui représentent les mêmes nombres.

» J'ai écrit $\operatorname{li} z$ de préférence à $\frac{z}{\log z}$ parce que l'erreur de la première valeur est de l'ordre de $\frac{\sqrt{z}}{\log z}$, tandis que celle de la seconde est de l'ordre de $\frac{z}{(\log z)^2}$. (Je me dispense du soin de préciser le sens de cette remarque.)

» Dans les cas particuliers, il serait facile de calculer un plus grand nombre de termes dans les formules asymptotiques et de démontrer ainsi des théorèmes analogues à celui de M. Tchebycheff sur l'excès du nombre des nombres premiers $4n + 3$ sur celui des nombres premiers $4n + 1$, théorème dont je me suis occupé dans ma Note citée. »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure des hautes températures. Réponse à M.* H. Becquerel, par M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« A l'occasion de ma récente Communication sur la pyrométrie optique, M. Henri Becquerel a soulevé une question de priorité, en faveur des travaux de son père, au sujet de laquelle je demande qu'il me soit permis de présenter quelques observations [1].

» En ce qui concerne mes recherches sur la pyrométrie thermo-électrique, Edmond Becquerel n'a jamais, de son vivant, jugé utile de rap-

---

[1] Je crois d'abord devoir rappeler que, en toute occasion, j'ai cité le nom d'Edmond Becquerel ; je ne l'ai pas fait moins de huit fois dans ma Conférence sur la mesure des hautes températures qu'a publiée la *Revue scientifique*, dans son numéro du 9 février 1892.

Les déterminations assez exactes des points de fusion de l'argent et de l'or ont été faites directement avec le thermomètre à air (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVIII, p. 88).

peler ses anciens travaux sur le même sujet, à l'occasion de mes publications. C'est, du reste, au grand-père de M. H. Becquerel qu'appartient l'initiative de l'usage des couples thermo-électriques; Edmond Becquerel n'a fait qu'appliquer les méthodes de son père, en les complétant par un procédé de mesures électriques qui, malgré sa sensibilité, ne lui a pas permis d'obtenir des déterminations de température exactes à 100 degrés près. Depuis, cette méthode n'a plus été employée; elle ne pouvait pas l'être, tant en raison du défaut d'homogénéité du métal des couples, qu'en raison de la nécessité de déterminer, pour la graduation, treize constantes distinctes. Ne peut-on pas dire qu'il y avait là l'idée d'un appareil de mesure, et non pas une réalisation effective.

» A la suite de mes recherches, commencées il y a sept ans, les pyromètres thermo-électriques sont devenus d'un usage général; ils sont aujourd'hui employés aux États-Unis, en Angleterre, en Allemagne, en Danemark et, je crois aussi, en Russie, en Grèce, en Italie. Ce résultat, je l'ai obtenu par une étude méthodique des causes d'erreurs inhérentes à l'emploi des couples, au mode de graduation, au choix du galvanomètre. Je me crois autorisé à dire que j'ai réalisé, le premier, une idée qui était restée, pendant soixante ans, sans application effectivement réalisable.

» En ce qui concerne mes recherches de pyrométrie optique, je rappellerai d'abord que M. Violle avait, en présentant ses premières recherches sur les radiations, annoncé l'intention, qu'il n'a jamais réalisée d'ailleurs, d'étudier un pyromètre optique, cela, sans même nommer Edmond Becquerel, comme je l'ai fait, et cette omission n'avait pas été relevée. C'est qu'en effet il n'y a pas eu plus de réalisation effective du pyromètre optique que du pyromètre thermo-électrique. Il suffit, pour s'en convaincre, de lire le Mémoire d'Edm. Becquerel, où ce sujet n'est abordé que dans les dernières pages, d'une façon incidente et dubitative, en l'entourant de réserves relatives à la difficulté des expériences; il avait certainement renoncé à l'idée de réaliser un semblable pyromètre :

» *Si l'on suppose* que la loi d'émission de la lumière reste la même.... On est ainsi conduit à une méthode pyrométrique optique, qui *pourrait* facilement être utilisée.... Il est assez difficile, en raison des erreurs que peuvent donner les méthodes thermométrique et photométrique, de reconnaître la loi en vertu de laquelle ces variations (celles de l'intensité lumineuse) ont lieu.

» Il ne pouvait en être autrement pour des expériences faites dans l'intervalle de température très restreint de 1020° à 1295°, soit de 275 degrés,

en employant pour la mesure des températures un pyromètre thermo-électrique qui comportait des incertitudes de 100 degrés.

» Ici encore, je crois avoir, le premier, réalisé une idée restée depuis trente ans sans réalisation effective. J'y suis parvenu, non seulement en me servant du photomètre de M. Cornu, mais encore en reprenant l'étude complète de la radiation des corps incandescents, et en étudiant avec M. Appert la fabrication de verres absorbants qui n'altèrent pas la nuance des radiations rouges utilisées. Je dois ajouter que, en parcourant le Mémoire d'Edmond Becquerel, les quelques lignes consacrées à la mesure optique des températures m'avaient échappé; j'avais cité son nom de confiance, n'ayant étudié avec soin que les travaux de M. Violle, que je savais faire autorité sur la matière. C'est au projet de pyromètre de ce savant que je faisais allusion, en disant que sa réalisation n'avait pas même été tentée.

» Enfin, pour répondre au reproche que m'adresse M. H. Becquerel, d'avoir reproduit des résultats qui se trouvent, pour la plupart, dans le Mémoire de son père, je transcrirai ici ceux de ces résultats qui se rapportent le plus directement à l'objet de mes recherches personnelles. Une des conclusions les plus nettes de ce Mémoire, en contradiction avec les travaux antérieurs de Kirchhoff, est la suivante :

» L'intensité de la lumière émise par un corps dans une enceinte dont tous les points sont à la même température est indépendante de la proximité des parois de cette enceinte, par conséquent cette intensité est la même que si le corps, étant élevé à la même température, se trouvait isolé de toute matière rayonnante.... Les corps opaques, tels que le platine, la chaux, la magnésie, le charbon, donnent peu de différence entre eux jusqu'à la fusion du platine.

» Je n'ai pas besoin de rappeler que les conclusions de mes expériences conduisent, sur tous les points, à une conclusion contraire.

» La loi de variation du rayonnement avec la température, dont la connaissance est la base indispensable de tout pyromètre optique, serait, pour le platine d'après les expériences [1] d'Edmond Becquerel (I) ou les miennes (II), la suivante :

Température.	Intensités (I).	Intensités (II).
600°	0,00093	0,00001
1000	0,05	0,03
1400	3,6	1,41
1800	250	17

[1] *Loc. cit.*, p. 133.

» En utilisant la première de ces lois, on s'exposerait à commettre parfois des erreurs de 300 degrés, ce qui est arrivé dans la détermination du point de fusion du platine. »

ÉLECTRICITÉ. — *Remarques sur la tension superficielle des métaux liquides, à l'occasion d'une Note de M.* Pellat. Note de M. **Gouy**.

« Dans une Note récente, M. Pellat présente diverses objections à mes recherches antérieures ([1]). Pour ce qui concerne les métaux *solides*, les observations de ce savant ont pour objet les conséquences qu'il déduit lui-même de mes expériences, car je n'ai fait mention de ces métaux que pour avertir qu'il ne paraissait pas légitime de les assimiler aux amalgames à $\frac{1}{1000}$. C'est donc une question que je n'ai pas abordée et que je ne me propose pas de discuter actuellement.

» Quant aux amalgames et au mercure, le point controversé est du domaine de l'expérience. M. Pellat croit avoir démontré, par la méthode des électrodes à gouttes, que les métaux liquides (mercure, amalgames de zinc et de cuivre), dans une solution d'un de leurs sels, possèdent le maximum de tension superficielle, et que, par suite, en adoptant la théorie des couches doubles d'Helmholtz, ces métaux sont au même potentiel que l'électrolyte. Il en serait de même de l'amalgame de zinc non polarisé, dans les solutions d'acide sulfurique et de sulfate de soude. De ce point de départ, M. Pellat déduit des conséquences importantes relativement à la différence de potentiel au contact des métaux ([2]).

» L'étude directe des tensions superficielles des amalgames m'a donné des résultats différents, et la loi que j'ai formulée montre que la tension superficielle d'un amalgame à $\frac{1}{1000}$, non polarisé, est égale à celle que prendrait le mercure si on le polarisait de manière à l'amener au même potentiel apparent. Ainsi, par exemple, l'amalgame de zinc dans l'eau acidulée sulfurique est assez éloigné du maximum. M. Pellat objecte que la surface du ménisque, en contact avec l'eau acidulée, doit être dépouillée de zinc par l'action chimique. Cette supposition n'est pas d'accord avec l'expérience, car la pile formée par la colonne d'amalgame et le large mercure de l'élec-

---

([1]) Pellat, *Comptes rendus*, 25 janvier, p. 164 de ce Volume. — Gouy, *Comptes rendus*, 4 janvier, p. 22 de ce Volume.

([2]) Pellat, *Journal de Physique*, 1887 et 1890.

tromètre capillaire possède une force électromotrice très voisine de celle d'une pile zinc-mercure. L'objection ne s'appliquerait pas, du reste, aux mesures faites en maintenant l'amalgame polarisé négativement, car dans ces conditions il ne peut pas se former de sulfate de zinc.

» J'ajouterai que les phénomènes restent du même ordre si l'on remplace l'acide sulfurique par la potasse, le sulfate de soude ou l'azotate d'ammoniaque, qui attaquent peu ou point l'amalgame de zinc.

» Pour conclure, je donnerai les hauteurs d'équilibre h correspondant à une *polarisation nulle*, et en même temps les hauteurs H qui, avec le même tube, sont les *maxima* pour le mercure pur et l'acide sulfurique étendu.

	h.	H.	$\frac{h}{H}$.
Amalgame de zinc à $\frac{1}{1000}$, potasse	545^{mm}	746^{mm}	0,73
» zincate de potasse	579	»	0,78
» sulfate de zinc	684	»	0,92
» sulfate de soude	659	»	0,88
» azotate d'ammoniaque	554	612	0,91
» acide sulfurique	572	»	0,93
Mercure pur, azotate mercureux	420	681	0,62
Amalgame de sodium à $\frac{1}{1000}$, soude	250	»	0,37

» On voit que h est, en général, très inférieur à H, notamment pour le mercure dans une solution de son azotate (de densité 1,09). Ces métaux liquides ne sont donc pas ici dans les conditions qui donnent à la tension superficielle sa valeur maximum. A la vérité, j'ai montré récemment que les maxima ne sont pas toujours les mêmes pour les divers électrolytes, mais les différences constatées sont bien moindres que celles-ci, surtout avec les sels oxygénés.

» Les résultats opposés que donne la méthode des électrodes à gouttes [1] doivent être attribués à la dépolarisation spontanée; M. Pellat avait déjà envisagé cette cause d'erreur, mais, à ce qu'il me semble, sans en reconnaître toute la gravité. »

---

(1) J'ai vérifié avec quelques-uns de ces liquides, notamment avec la solution d'azotate de mercure, que le métal reste, en s'écoulant par gouttes, sensiblement à son potentiel normal, à $0^{vol},001$ près, conformément aux observations de M. Pellat. La dépolarisation, très active surtout quand le métal se trouve dans une solution d'un de ses sels, me paraît suffire amplement pour expliquer ce phénomène.

ÉLECTRICITÉ. — *Variation de la constante diélectrique des liquides avec la température.* Note de M. D. NEGREANO, présentée par M. Lippmann.

« Les constantes diélectriques ont été mesurées à l'aide d'un condensateur à cinq plateaux horizontaux, dont quatre fixes et un mobile. Les plateaux extrêmes et celui du milieu étaient chargés par une petite bobine d'induction, et les deux autres intermédiaires étaient mis en communication avec un électromètre à quadrants. Le liquide diélectrique était contenu dans une cuvette plate; on le chauffait jusqu'à une certaine température, et l'on mesurait les constantes diélectriques en laissant le liquide se refroidir.

» J'ai étudié la variation des constantes diélectriques avec la température, pour la benzine, le toluène et le xylène.

» Les formules représentant la variation de ces constantes avec la température sont de la forme

$$K_t = K_{t_0}[1 - \alpha(t - t_0) + \beta(t - t_0)^2].$$

» Pour la *benzine* :

$$K_t = K_{15}[1 - 0,001433(t - 15) + 0,0000253(t - 15)^2].$$

Température.	Constante diélectrique observée.	Constante diélectrique calculée.	Différence.
5°	2,2004	2,1898	+0,0006
10	2,1695	2,1701	−0,0006
15	2,1534	2,1534	+0,0000
18	2,1460	2,1446	+0,0014
20	2,1375	2,1393	−0,0018
22	2,1342	2,1344	−0,0002
25	2,1280	2,1279	+0,0001
29	2,1190	2,1208	−0,0018
31	2,1180	2,1179	+0,0001
35	2,1143	2,1134	+0,0009
40	2,1091	2,1103	−0,0012

» Pour le *toluène* :

$$K_t = K_{14}[1 - 0,0019103(t - 14) + 0,0000539(t - 14)^2].$$

Température.	Constante diélectrique observée.	Constante diélectrique calculée.	Différence.
6°	2,2993	2,2959	+0,0034
8	2,2835	2,2839	−0,0004
10	2,2715	2,2728	−0,0013
12	2,2652	2,2626	+0,0026
14	2,2537	2,2537	+0,0000
16	2,2433	2,2455	−0,0022
18	2,2370	2,2384	−0,0014
20	2,2278	2,2270	+0,0008
22	2,2228	2,2218	+0,0010
24	2,2202	2,2195	+0,0007
26	2,2183	2,2172	+0,0011
28	2,2159	2,2159	+0,000
30	»	»	»

» Pour le *xylène* :

$$K_t = K_{15}[1 - 0,001392(t-15) + 0,0000133(t-15)^2].$$

Température.	Constante diélectrique observée.	Constante diélectrique calculée.	Différence.
15°	2,2910	2,2910	»
18	2,2883	2,2881	+0,0002
20	2,2748	2,2758	−0,0010
22	2,2698	2,2701	−0,0003
24	2,2647	2,2647	+0,0000
26	2,2623	2,2596	+0,0027
28	2,2593	2,2546	+0,0047
30	2,2571	2,2520	+0,0051
21	2,2468	2,2477	−0,0009
33,5	2,2414	2,2424	−0,0010
37,5	2,2307	2,2346	−0,0039
45,5	2,2222	2,2220	+0,0002

» On voit que, dans les limites des températures étudiées, les constantes diélectriques diminuent avec la température [1]. »

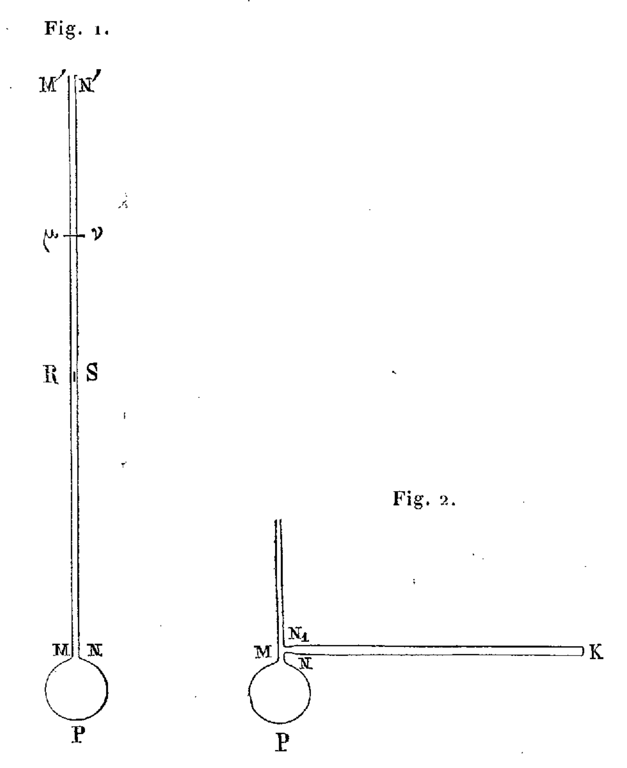
---

(1) Travail exécuté au laboratoire de Physique de Bucarest.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'influence exercée sur les phénomènes de résonance électromagnétique, par la dissymétrie du circuit le long duquel se propagent les ondes.* Note de MM. **R. Blondlot** et **M. Dufour**, présentée par M. Poincaré.

« L'un de nous (¹) a employé pour mesurer la longueur de l'onde électromagnétique correspondant à un résonateur la méthode suivante :

» Un circuit PMM'N'N (*fig.* 1) comprend deux fils parallèles, MM', NN', réunis par un pont $\mu\nu$, qui peut être placé en un point quelconque de



leur longueur; à l'aide de l'excitateur récemment décrit (²), on envoie le long de MM' et de NN' des ondes électromagnétiques. Un résonateur est installé à poste fixe entre les deux fils, en RS; l'expérience consiste à cher-

(¹) R. Blondlot, *Journal de Physique*, 2ᵉ série, t. X, p. 549.
(²) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 283.

cher par tâtonnements la position du pont $\mu\nu$ pour laquelle l'étincelle du résonateur disparaît; la longueur du fil $R\mu\nu S$ ainsi obtenue est la demi-longueur d'onde.

» Nous nous sommes proposé d'étudier l'influence que pouvait exercer, dans ces expériences, une dissymétrie introduite à dessein dans le circuit PMM'N'N. A cet effet, le fil NN' est coupé vers son origine N (*fig.* 2) et les deux sections N et N_1 sont reliées par l'intermédiaire d'une anse ou boucle de fil de cuivre NKN_1 dont on peut changer à volonté la longueur.

» A l'aide de ce dispositif, nous avons reconnu le fait suivant : *la longueur de la boucle n'a aucune influence sur la position du pont qui annule l'étincelle du résonateur;* autrement dit, *la longueur d'onde mesurée à l'aide du résonateur est indépendante de la dissymétrie des deux fils qui transmettent les ondulations électromagnétiques.*

» L'expérience a été répétée un très grand nombre de fois, et dans les conditions les plus diverses : nous avons fait varier la longueur de la boucle de 0^m à 30^m sans observer une variation appréciable de la longueur d'onde; la dissymétrie était cependant extrême puisque, avec une boucle de 30^m, la longueur de fil comprise entre N et ν était 42^m, tandis que $M\mu$ était seulement 12^m.

» Nous avons varié l'expérience en changeant la capacité et par suite la période du résonateur : toujours la longueur d'onde est demeurée indépendante de la longueur de la boucle.

» Nos observations viennent donc étendre la portée du principe posé par MM. Sarasin et de la Rive, à savoir que la longueur d'onde est déterminée par le résonateur seulement : ces savants ont établi que la longueur d'onde est indépendante de l'excitateur et nous constatons qu'elle est indépendante de la dissymétrie des conducteurs qui transmettent les ondulations.

» Cette indépendance ressort de la théorie de la résonance qui a été donnée par M. V. Bjerknes pour le cas de la propagation dans l'air (1), et qui, adaptée au cas de la propagation le long des fils métalliques, peut se formuler ainsi : chaque onde excitatrice élémentaire communique deux impulsions au résonateur, l'une à l'aller, par l'un des fils, l'autre, après avoir franchi le pont par l'autre fil. La seconde impulsion renforce ou annule l'effet de la première, selon que le résonateur a, dans l'intervalle,

(1) V. Bjerknes, *Ueber die Erscheinung der multiplen Resonanz electrischer Wellen* (*Wiedemann's Annalen*, Bd. XLIV, p. 93).

accompli un nombre pair ou impair de demi-oscillations. Donc le résonateur sera dans un état vibratoire très fort ou très faible selon que la longueur R$\mu\nu$S sera un multiple pair ou impair de la demi-longueur d'onde qui correspond à ses vibrations propres. La position du pont, pour laquelle l'oscillation disparaît dans le résonateur, est donc la même pour toutes les ondes qui se propagent le long des fils, quelles que soient leurs phases et quel que soit le sens de leur propagation : c'est précisément ce que l'expérience nous a montré.

» Suivant que les différentes ondes qui viennent agir sur le résonateur seront plus ou moins concordantes, en raison des trajets qu'elles auront parcourus, les phénomènes de résonance, pour une position donnée du pont, autre que celle de l'extinction, devront être plus ou moins intenses. M. Poincaré nous a fait remarquer que, en conséquence, dans les expériences décrites plus haut, les phénomènes de résonance devaient être très forts lorsque la longueur de la boucle était o, λ, 2λ, ... et très faibles lorsque cette longueur était $\frac{\lambda}{2}$, $\frac{3\lambda}{2}$, ... C'est ce que nous avons, en effet, constaté.

» Toutefois, les maxima et minima correspondent à des longueurs de boucle un peu plus petites que les longueurs théoriques; cette perturbation peut s'expliquer par l'affaiblissement que les ondulations éprouvent lorsque le chemin qu'elles ont à parcourir devient plus long. A cause de cet affaiblissement, le maximum de l'action totale des deux fils doit se produire pour un parcours de l'onde retardée un peu moindre que celui qui correspond à la concordance exacte des deux ondes, parce que l'onde retardée est ainsi moins affaiblie, ce qui compense et au delà l'effet d'une légère discordance; pour la même raison, l'annulation réciproque des deux ondes sera la plus complète pour un parcours de l'onde retardée, un peu plus petit que celui qui correspond à la discordance parfaite ».

ÉLECTRICITÉ. — *Méthode téléphonique pour l'étude de la propagation des ondes électriques.* Note de M. R. COLSON, présentée par M. A. Cornu.

« Le point de départ de ce travail est le suivant : Peut-on, au moyen de conducteurs assez résistants, mettre en évidence des longueurs d'onde électriques directement mesurables, *tout en employant des nombres de vibrations assez petits pour être mesurés par les procédés précis de l'Acoustique?*

» La source d'électricité est une petite bobine Ruhmkorff, alimentée

par une pile thermo-électrique, et donnant, en court circuit, une étincelle de 5^{mm}. Le nombre des vibrations est de 130 environ par seconde. A l'une des bornes de l'induit est fixé un fil de cuivre de $0^{mm},9$ de diamètre; il se termine par un crochet auquel on attache les conducteurs à étudier, qui sont tendus horizontalement. L'autre borne communique avec une capacité convenable.

» En tenant à la main l'enveloppe isolante du câble souple d'un téléphone, ce qui étouffe les effets d'induction, et en promenant l'extrémité nue le long et au contact d'une ficelle mouillée parcourue par le flux, j'ai constaté que l'intensité du son du téléphone éprouve par endroits des chutes plus rapides, qui se rapprochent entre elles et de l'origine au fur et à mesure que la ficelle sèche; de plus, le timbre varie le long de la ficelle. Le téléphone fonctionne par variation de charge. J'ai vérifié ces faits avec plusieurs téléphones, entre autres avec un bitéléphone d'un usage très commode, que M. Mercadier a bien voulu mettre à ma disposition.

» J'ai cherché ensuite à évaluer ces variations d'intensité du flux par la distance inductive pour laquelle un même téléphone commence à émettre un son appréciable, et j'ai reconnu que le procédé le plus simple est le plus précis; il est aussi le plus rapide. En gardant le téléphone à l'oreille, on laisse le cordon souple pendre librement, et on l'approche plus ou moins du conducteur.

» Le flux est dérivé dans un conducteur en cuivre, horizontal, perpendiculaire au fil et mobile le long de celui-ci. Cette dérivation est prise assez longue pour produire sur le cordon souple, placé en face de son milieu, l'effet d'un fil indéfini. On cherche et on mesure la distance sensible par rapport à cette dérivation pour différents points du fil.

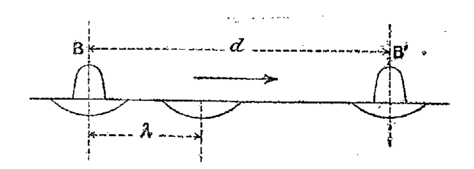
» Si I représente, en un point x du fil, l'intensité du flux définie par l'effet d'induction statique exercé à l'unité de distance sur le câble souple par la dérivation en ce point, $\frac{I}{y}$ est l'intensité à la distance sensible y, puisque l'effet est alors en raison inverse de la distance. Donc $\frac{I}{y}$ est constant, si l'intensité du son du téléphone est constante.

» *Fils longs.* — Les ficelles et fils imbibés de différentes solutions, et, en général, les conducteurs suffisamment résistants et assez longs pour ne plus impressionner le téléphone à leur extrémité, donnent toujours des courbes en cascade; sur chaque courbe, les distances des chutes augmentent à partir de l'origine.

» Voici l'explication que je propose : Ces formes de courbes ne peuvent

être attribuées qu'à des affaiblissements et renforcements relatifs de l'intensité, fixes dans l'espace. Il y a donc interférence de deux ondes. Puisque les écarts augmentent, elles se propagent dans le même sens, les vitesses sont différentes, et la plus grande diminue plus vite que la plus faible. Or la bobine envoie deux flux de même période, l'un direct, l'autre inverse; si l'on admet que le flux direct, à potentiel plus élevé, va plus vite que l'autre, les faits précédents s'expliquent parfaitement. Comme les amplitudes sont de sens contraires, un maximum correspond à leur succession, un minimum à leur coïncidence, et une chute plus rapide au commencement de l'empiètement de l'onde directe sur l'onde inverse qui est en avant. Ces positions expliquent aussi les variations du timbre.

» Appelons Λ et V la longueur d'onde et la vitesse pour le flux rapide, λ et v les mêmes pour l'autre, N le nombre des vibrations et d la distance



des deux coïncidences successives. Au moment où il y a une coïncidence en B, l'onde lente qui est en avant et qui va être rejointe en B' se trouve à une longueur d'onde λ de B. On a donc, en supposant les vitesses uniformes dans cet intervalle,

$$d = Vt, \qquad d - \lambda = vt, \qquad V = N\Lambda, \qquad v = N\lambda,$$

et, comme t et N sont les mêmes,

$$\frac{v}{V} = \frac{\lambda}{\Lambda} = \frac{d-\lambda}{d}, \qquad \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{d}.$$

» Cette relation montre bien que, lorsque d augmente, Λ diminue plus vite que λ.

» *Remarque.* — Si l'on introduit une étincelle de 1^{mm}, on atténue le flux inverse qui gênait le flux direct; on entend alors beaucoup plus loin sur le fil et les cascades tendent à disparaître.

» *Fils courts.* — Les courbes des fils assez courts pour impressionner le téléphone à leur extrémité présentent des sinuosités qui mettent en évidence la longueur d'onde Λ du mouvement prépondérant. La valeur de λ est calculée par la formule précédente, ou, souvent, indiquée par les

courbes. J'obtiens des longueurs d'onde très nettes en formant avec le fil une boucle dans laquelle passe un tube de verre qui sert à le tendre; chaque flux revient ainsi sur lui-même sans la perte et les incertitudes apportées par la réflexion ordinaire.

» Une même espèce de conducteur donne toujours les mêmes longueurs d'onde, quels que soient la borne de la bobine et le sens des mesures. Voici des chiffres ronds relatifs à un fil de coton de $0^{mm},3$ de diamètre, imprégné d'une solution assez stable obtenue par déliquescence du chlorure de calcium dans l'air du laboratoire

	1 brin.	2 brins.	4 brins.	6 brins.	8 brins.	16 brins.
Λ.............	3^{cm}	6^{cm}	12^{cm}	18^{cm}	21^{cm}	32^{cm}
λ.............	2^{cm}	4^{cm}	8^{cm}	12^{cm}	14^{cm}	21^{cm}
V.............	4^{m}	8^{m}	16^{m}	23^{m}	27^{m}	42^{m}
v.............	3^{m}	5^{m}	10^{m}	16^{m}	18^{m}	27^{m}

» On voit que les longueurs d'onde et vitesses augmentent avec le nombre des brins, mais moins vite. La résistance est de 100000 ohms, en chiffres ronds, par centimètre de brin.

» *Conséquences.* — Les fils longs donnent pour l'intensité moyenne la loi $y = y_0 e^{-\alpha x}$. Si y varie peu lorsque x varie de quelques mètres, ce qui a lieu par exemple pour des fils en métal, on peut opérer par rapport au conducteur lui-même, sans dérivation. Cette loi est aussi celle de la variation de la température ou du potentiel électrique le long d'une barre indéfinie; α est alors fonction des conductibilités extérieure et intérieure. Le rôle de la capacité sera défini plus tard.

» Cette méthode nouvelle permet donc, non seulement de mesurer directement les longueurs d'onde et nombres de vibration, ce qui donne les vitesses, mais encore d'étudier les autres éléments de la propagation des ondes électriques (¹). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Perturbation magnétique des 13 et 14 février 1892.* Note de M. **Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Une perturbation magnétique extraordinaire, telle que nous n'en avons pas observé depuis dix ans, surpassant même en intensité celle de

(¹) Ce travail est continué au laboratoire de Physique de l'École Polytechnique.

novembre 1882, a été enregistrée au magnétographe de l'observatoire du parc Saint-Maur les 13 et 14 février. Elle a débuté brusquement le 13 vers $5^h 42^m$ du matin, par une hausse simultanée de la déclinaison et de la composante horizontale, et par une baisse correspondante de la composante verticale. Les oscillations des deux premiers éléments sont rapides et d'assez grande amplitude pendant toute la journée du 13; depuis midi, la composante verticale augmente progressivement et passe par un maximum considérable entre 4^h et 6^h du soir. C'est à ce moment que se produit le minimum de la déclinaison, tandis que la composante horizontale ne présente rien de particulièrement remarquable.

» La phase la plus importante de la perturbation se produit entre 11^h du soir et 2^h du matin. Le maximum absolu de la déclinaison est atteint entre minuit et 1^h, tandis que les deux composantes passent par un minimum exceptionel : la composante verticale vers 1^h, et la composante horizontale entre 1^h et 2^h du matin. Les écarts sont tels, que les trois images sont sorties du champ, circonstance qui empêche de préciser les valeurs extrêmes, et l'instant auquel ces valeurs se sont produites.

» Après 3^h du matin, les oscillations, encore très accentuées, sont de moins grande amplitude, et, à partir de $6^h 30^m$, les trois aimants sont animés de mouvements vibratoires jusqu'à 9^h, moment où l'on a renouvelé la feuille de papier sensible. La perturbation a cessé le 14 vers 5^h du soir. L'écart total pour la déclinaison est de plus de $1°25'$; les composantes horizontale et verticale ont varié respectivement de plus de $\frac{1}{37}$ et de $\frac{1}{88}$ de leur valeur normale.

» D'après les courbes des enregistreurs de Perpignan, de Lyon et de Nantes, communiquées par M. le Dr Fines, M. André et M. Larocque, le phénomène a débuté au même instant et les variations se reproduisent dans les quatre stations avec une telle fidélité, sauf quelques changements d'intensité pour certains détails, que les tracés des trois instruments se superposent exactement comme des calques d'un même dessin.

» Cette perturbation se distingue nettement de toutes celles qui ont été enregistrées ici, par les variations excessives de la composante verticale.

» Un groupe de taches solaires très important, apparu le 5 février, et qu'on a pu voir le 12 à l'œil nu, passait ce jour même au plus près du centre du disque apparent du Soleil. Une aurore boréale très brillante a été signalée à New-York dans la nuit du 13 au 14. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur l'électricité atmosphérique en ballon captif*. Note de M. E. SEMMOLA, présentée par M. Mascart.

« Ces observations ont été faites, à Naples, avec le ballon captif l'*Uronia*. On fixa sur la paroi extérieure de la nacelle, au moyen d'un robuste isolateur, une barre de laiton verticale d'un demi-mètre de longueur, terminée au-dessus par un disque de laiton ayant un diamètre de 28^{cm}. Ce disque communiquait, par un fil de cuivre, avec la feuille d'or d'un électroscope à piles sèches, placé dans la nacelle à peu près au même niveau. A la barre de laiton était soudé, en plusieurs points, le bout supérieur d'une corde de cuivre de 2^{mm} de diamètre, recouverte d'une double enveloppe isolante, l'intérieure en caoutchouc, l'extérieure en coton. Cette corde, longue de 280^{m}, descendait du ballon, se posait à longs zigzags sur un plancher tout près du sol, et allait communiquer, par l'autre bout, avec un second électroscope à piles sèches. On préféra disposer ainsi la corde, plutôt que de l'enrouler autour d'un tambour à axe métallique, pour éviter les frottements.

» La journée était calme et sereine. A 9^{h} du matin, le ballon s'éleva, transportant avec lui la corde et, en deux minutes, il parvint à la hauteur de 280^{m}, où il fut arrêté. Pendant l'ascension, la feuille d'or de l'électroscope supérieur et celle de l'électroscope inférieur dévièrent vers les pôles négatifs, indiquant ainsi toutes les deux de l'électricité positive; mais pourtant la déviation de l'électroscope inférieur fut beaucoup plus forte. Quelques secondes après le départ, la feuille d'or de l'électroscope inférieur commença à battre incessamment le pôle négatif de la pile, au contact duquel elle revenait vite dès qu'elle s'était détachée. Lorsque l'*Uronia* s'arrêta à 280^{m}, on mit en communication avec la terre le bout inférieur de la corde de cuivre, et l'on en avertit les observateurs, qui étaient dans la nacelle, par un sifflet parti de la chaudière de la locomobile qui servait à la traction. *Aussitôt après le sifflet*, la feuille d'or de l'électroscope inférieur s'arrêta dans la verticale, et celle de l'électroscope supérieur se tourna *évidemment* vers le pôle positif, indiquant ainsi de l'électricité négative. Lorsque la communication avec la terre fut enlevée, la feuille d'or inférieure recommença à dévier violemment vers le pôle négatif, et celle de l'électroscope supérieur recommença à dévier légèrement vers le pôle né-

gatif. Cette observation fut répétée plusieurs fois, toujours avec le même résultat.

» Dans une autre ascension, le bout inférieur de la corde fut mis en communication avec un électromètre Palmieri. Pendant que le ballon s'élevait, l'électromètre eut une déviation uniforme, qui crût régulièrement. A la hauteur de 280^m, l'index marqua 50°. Dès que fut mise la communication de la corde avec la terre, l'index revint à 0°. La communication étant supprimée, l'index dévia avec force pour un angle impulsif de plus de 70°.

» Cette méthode permet de reconnaître l'état électrique de la corde aux deux extrémités et de faire ainsi des observations simultanées. Jusqu'à présent, les observateurs ont opéré en ballon libre ou, restant sur terre, se sont servis d'un ballon captif pour élever une corde de cuivre qui descendait jusqu'au sol, où elle était mise en communication avec un électroscope. Dans le second cas, on eut habituellement des indications d'électricité positive; avec un ballon libre, portant dans la nacelle tous les appareils qui sont ainsi isolés dans l'espace, l'électricité observée fut négative. C'est ce qui arriva dans le mémorable voyage aérien de Gay-Lussac et Biot, et dans l'ascension de l'ingénieur Marcillac en 1886.

» La méthode des observations simultanées, avec un ballon captif, pourrait donner, sans doute, de meilleurs résultats que ceux obtenus avec le ballon libre qui, dans sa course rapide, tantôt montant, tantôt descendant et changeant continuellement les conditions des lieux, ne peut fournir que des résultats complexes, incertains et difficiles à discuter. »

CHIMIE. — *Sur la détermination de l'état des sels dissous, d'après l'étude de la contraction.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le seul procédé qui permette d'avoir une indication sur l'état des sels en dissolution consiste à étudier la variation d'une propriété physique de la solution, en fonction de la concentration. On conçoit que, dans une étude de ce genre, le choix de la variable qui représente la concentration présente une importance capitale. Or, les variables que l'on peut choisir, et que l'on a employées en réalité jusqu'ici, sont assez nombreuses. On peut appeler concentration : 1° le poids de sel contenu dans 100^{gr} de solution; 2° le poids de sel dissous dans 100^{gr} d'eau; 3° le nombre de molécules du sel contenues dans 100 molécules d'eau, ou une quantité

fixe d'eau; 4° le rapport du nombre de molécules du sel au nombre total de molécules du mélange. Désignons ces différentes valeurs par S_1, S_2, S_3, S_4.

» Suivant que l'on adopte l'une ou l'autre de ces variables, les résultats obtenus sont très différents. On peut d'abord remarquer que ces variables ne sont pas indépendantes les unes des autres. Entre S_1 et S_2 d'une part, S_3 et S_4 d'autre part, on a les relations

$$S_2 = \frac{S_1}{100 - S_1}, \qquad S_3 = \frac{S_4}{100 - S_4}.$$

» Il en résulte que, quelle que soit la courbe qui représente la variation d'une propriété physique en fonction de S_1, la courbe correspondante en fonction de S_2 présentera une branche hyperbolique, c'est-à-dire pratiquement rectiligne dès que la concentration prend des valeurs notables. Il est bien évident qu'il n'y a lieu de tirer aucune conclusion physique de l'existence de cette partie rectiligne, qui, dans certains cas, est très nettement accusée. Les mêmes observations s'appliquent aux courbes construites en adoptant S_3 pour représenter la concentration.

» On est donc ainsi limité à l'étude des variables S_1 et S_4. J'ai étudié successivement, au moyen de ces deux valeurs de la concentration, le coefficient de concentration, coefficient qui, ainsi que je l'ai montré dans une précédente Communication ([1]), présente des propriétés tout à fait analogues à celles des tensions de vapeur et des abaissements des points de congélation.

» Les résultats consignés dans ma première Note étaient déduits des mesures de densités effectuées par Gerlach et Kremers. Pour obtenir des résultats bien comparables, et indépendants de toute interpolation, j'ai été amené à reprendre une série de mesures sur les densités des solutions salines. J'ai opéré à la température de 0°, par la méthode du flacon, en prenant toutes les précautions nécessaires pour opérer sur des corps purs, et introduire une grande précision dans le dosage des solutions et la détermination des densités.

» Mes mesures ont porté sur des solutions de concentration variable

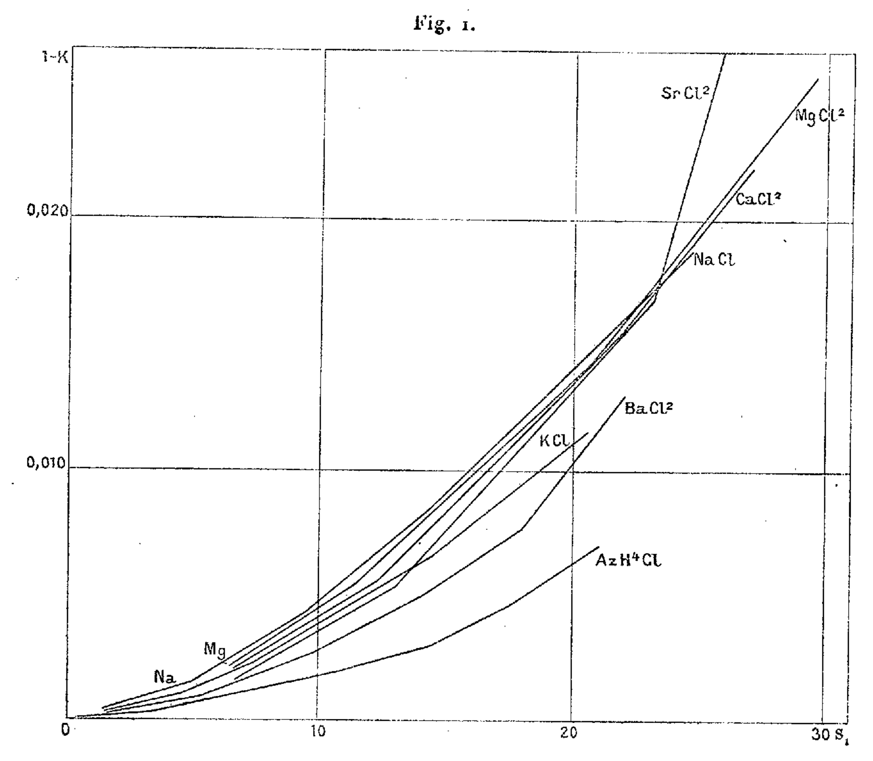
---

([1]) *Sur la contraction dans les dissolutions* (*Comptes rendus*, 19 août 1889).
Je rappelle ici que j'appelle *coefficient de contraction* le rapport suivant lequel varie le volume d'une quantité très petite de dissolvant en pénétrant dans la dissolution.

jusqu'à saturation des corps suivants : chlorures d'ammonium, de sodium, de potassium, de calcium, de baryum, de strontium, de magnésium, de cuivre; sulfates de cuivre, de zinc, de nickel, de cobalt, de magnésium, de manganèse; acides formique, acétique, propionique, butyrique et dérivés chlorés et bromés de l'acide acétique.

» J'ai calculé, pour ces différentes solutions, le coefficient de contraction, en ne me servant que des chiffres déterminés expérimentalement, et évitant d'interpoler les résultats. Les *fig.* 1 et 2 contiennent les courbes qui

Fig. 1.



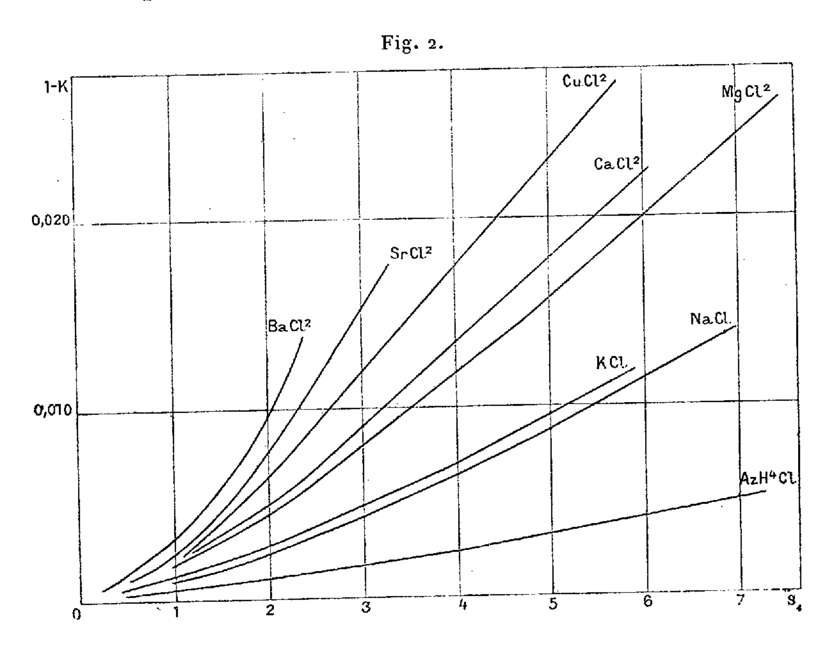
représentent, pour les chlorures, la variation du coefficient de contraction K en fonction soit de S_1, soit de S_4. Les autres sels donnent des résultats analogues, que l'on peut résumer ainsi :

» Les courbes qui représentent en fonction de S_1 la variation du coefficient de contraction, pour une série de sels analogues, sont complètement enchevêtrées, et leur position relative n'a aucune relation avec l'ordre de grandeur des poids moléculaires.

» Les courbes qui représentent en fonction de S_4 la variation du coefficient de contraction présentent une forme particulièrement simple. De

plus, si l'on construit, sur un même graphique, les courbes relatives à une série de sels analogues, ces courbes ne se coupent pas, et elles se rangent dans l'ordre des poids moléculaires.

Fig. 2.



» Ces faits, qui se retrouvent pour les autres propriétés physiques (¹), conduisent donc à admettre que, dans l'étude physique des dissolutions, on doit représenter la concentration par le rapport du nombre des molécules du sel au nombre total de molécules du mélange. On peut d'ailleurs remarquer que cette variable est la seule qui ne contienne rien d'arbitraire et soit susceptible d'une interprétation physique.

» D'autre part, si l'on adopte cette variable, les conclusions relatives à l'état d'hydratation des sels dissous, tirées par Wullner, Ruddorf et de Coppet de l'étude physique des solutions, disparaissent complètement. On n'observe, en effet, aucune différence entre les courbes relatives aux sels anhydres et celles qui se rapportent aux sels susceptibles de former des hydrates stables. De plus, aucune de ces courbes n'offre de portion rigoureusement rectiligne, c'est-à-dire de portion pour laquelle le coefficient de contraction soit proportionnel à la concentration. On est donc conduit

(¹) Cela résulte, en particulier, des recherches de M. Raoult sur les tensions de vapeur.

à des conclusions identiques à celles que M. Roozeboom a déduites de ses recherches sur les solubilités : il n'est pas possible en ce moment, de déterminer exactement quel est l'état d'équilibre qui se produit quand on dissout un sel dans l'eau; les seules déductions que l'on puisse tirer de l'étude physique des solutions sont qu'une solution constitue un système en équilibre chimique, et que l'état d'un sel dissous diffère à la fois du sel anhydre et des différents hydrates que l'on peut obtenir cristallisés, à moins que ces corps ne coexistent au sein du liquide. »

CHIMIE. — *Sur quelques propriétés de l'acide bismuthique.* Note de M. G. **André**.

« J'ai étudié récemment (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 860) quelques propriétés du bismuthate de potassium, ou plutôt de la combinaison de ce sel avec un excès d'acide bismuthique.

» I. Lorsque, après avoir obtenu ce dernier acide aussi pur que possible, on essaye de le recombiner à la potasse, il est impossible d'obtenir le sel neutre BiO^3K : cette combinaison se fait du reste avec une extrême lenteur.

» Ainsi, on a mis $2^{gr},57$ d'acide bismuthique ($\frac{1}{100}$ de molécule) en vase clos au contact de 10^{cc} de potasse contenant $0^{gr},391$ de potassium : 1° à la température ordinaire, après quarante-huit heures, et malgré une agitation énergique, l'acide bismuthique n'avait fixé que $\frac{1}{100}$ d'atome de potassium; 2° après quatre jours, même quantité; 3° à 100°, en vase clos, après une heure, l'acide bismuthique avait fixé environ $\frac{4}{100}$ d'atome; 4° à 100°, après trois heures, il avait fixé $\frac{6}{100}$ d'atome.

» Cependant, en faisant bouillir $2^{gr},57$ d'acide bismuthique avec dix fois la quantité de potasse capable de le saturer dissoute dans 100^{cc} de liquide, pendant trois heures, puis lavant à l'eau bouillante et séchant à 100° le produit, on a obtenu un sel de potassium qui se rapproche de la formule $4BiO^3H.BiO^3K$ (calculé : Bi pour $100 = 78,60$; $K = 2,95$; trouvé $Bi = 78,04$; $K = 3,15$).

» II. J'ai rappelé précédemment comment on obtient ordinairement l'acide bismuthique, en faisant passer un courant de chlore dans de la potasse très concentrée et chaude tenant en suspension de l'oxyde de bismuth.

» Si l'on prolonge à chaud ce courant de chlore, alors que la potasse est complètement saturée, on obtient un produit noir violacé. Ce corps, bouilli longtemps avec de l'eau, ne s'émulsionne pas. Après s'être assuré que l'eau de lavage est neutre et ne contient plus rien en dissolution, on sèche le précipité à 100° : celui-ci est gris cendré. Ainsi préparé, ce composé n'est pas homogène : tantôt il contient du chlore en quantité notable et tantôt il n'en contient pas, la dose de potassium étant toujours faible. Je

l'ai lavé à l'acide nitrique étendu à chaud et séché à 100°. La couleur grise persiste, mais ce composé ne contient plus que des traces de potassium et a perdu tout le chlore. L'analyse de deux préparations a fourni : Bi pour 100 = 82,22, 82,11, ce qui correspond à la formule $2BiO^3H.Bi^2O^5$ (Bi pour 100 = 82,37). J'ai signalé antérieurement des composés du même ordre, formés d'une combinaison d'acide et d'anhydride.

» Dans une autre préparation, même après lavage prolongé à l'eau chaude acidulée d'acide nitrique, j'ai obtenu un produit renfermant encore des doses notables de potassium. Ce même produit, bouilli très longtemps avec de l'acide nitrique dilué, a perdu la plus grande partie de son potassium, mais non la totalité (il en restait 0,9 pour 100). Sa teneur en bismuth était de 80,65 pour 100. Ce corps me paraît être encore de l'acide bismuthique, malgré sa couleur, qui, de grise au début, est devenue marron et non rouge brique comme celle de l'acide bismuthique ordinaire.

» III. Dans la préparation d'acide bismuthique effectuée, soit avec la solution bromée de bromure de bismuth en présence de potasse, soit au moyen du chlore agissant sur l'oxyde en présence de potasse, il se produit, par un lavage prolongé, comme je l'ai déjà dit, une émulsion persistante.

» Cette portion émulsionnée a été recueillie, traitée par l'acide nitrique dilué, lequel détruit, surtout par un léger chauffage, l'émulsion. Le précipité brun ainsi préparé a été ensuite lavé et séché à 100°. Il ne contient que très peu de potassium, et répond à la formule de l'anhydride Bi^2O^5 (¹), ou mieux, peut-être, à celle d'un composé renfermant $BiO^3H.Bi^2O^5$ (²). En effet, ce corps dégage un peu d'eau quand on le chauffe dans un petit tube. Il semble être identique, à la couleur près, à celui que j'ai obtenu antérieurement en traitant par l'acide nitrique dilué le produit brut de la préparation de l'acide bismuthique (³).

» IV. On remarquera, d'après ce qui précède, la facilité avec laquelle l'acide bismuthique tend à donner des corps complexes, en s'unissant à son anhydride. De semblables composés sont-ils bien définis? On ne peut l'affirmer, leur facile transformation les uns dans les autres sous l'influence seule des lavages, et l'absence de réactifs propres à les dissoudre sans les détruire rendant leur séparation impossible (⁴). »

(¹) Calculé : Bi pour 100 = 83,87; trouvé : Bi = 83,44, 83,15, 83,09.

(²) Calculé : Bi pour 100 = 82,86.

(³) HASEBROEK (*Berichte*, t. XX, p. 213) a préparé l'anhydride Bi^2O^5 en ajoutant de l'eau oxygénée en excès à une solution acide de sous-nitrate de bismuth, et faisant couler cette liqueur peu à peu dans de l'ammoniaque très concentrée. Par cette ingénieuse méthode, l'auteur évite l'emploi de la potasse si difficile à éliminer.

(⁴) Il semble qu'on puisse préparer un oxyde de la formule Bi^2O^4 en oxydant Bi^2O^3 en solution alcaline par le permanganate de potassium à chaud. On obtient ainsi un

CHIMIE. — *Sur un carbure défini du baryum*. Note de M. **Maquenne**.

« Le baryum, qui est susceptible de s'unir directement à l'azote, ainsi que je l'ai fait voir dans deux précédentes Communications, est aussi capable de s'unir au carbone : si en effet on distille l'amalgame de baryum à 20 pour 100 dans un courant d'hydrogène pur et sec, en présence de charbon en poudre [1], on voit, à la température rouge, se déclarer une réaction assez vive, mais qui ne paraît donner lieu à aucune absorption de gaz.

» Le produit ainsi obtenu se présente sous la forme d'une masse grise, frittée, qui renferme toujours un excès de carbone non combiné. Inaltérable à la température du rouge vif, il est immédiatement décomposé par l'eau froide, avec effervescence d'un gaz odorant, qui brûle à l'air avec une flamme éclairante et fuligineuse, qui précipite en rouge les solutions ammoniacales de chlorure cuivreux, qui en un mot possède toutes les propriétés de l'acétylène. Il est même possible d'obtenir ainsi de l'acétylène pur, car l'un de nos échantillons de gaz n'a laissé que 7 pour 100 de résidu non absorbable par le chlorure cuivreux.

» Cette seule considération permet d'établir la formule du carbure de baryum qui se forme dans les conditions indiquées : d'après son mode de décomposition, ce corps ne peut être qu'un acétylure, qu'il convient de rapprocher des combinaisons obtenues par M. Berthelot en chauffant les métaux alcalins dans une atmosphère d'acétylène, d'oxyde de carbone ou d'acide carbonique, ainsi que de l'acétylure de calcium décrit par M. Wöhler.

» L'acétylure de baryum ne renferme d'ailleurs pas d'hydrogène dans sa composition, car on peut l'obtenir également en faisant agir le carbone sur l'amalgame de baryum, en présence d'azote pur : dans ces circonstances, il est accompagné d'une certaine proportion de cyanure, qui, dans l'une de nos expériences, atteignait le quart environ du poids correspondant au baryum total.

» Il résulte de là que le carbure de baryum répond à la formule C^2Ba

---

corps brun qu'on lave longuement à l'acide nitrique étendu et qu'on sèche à 100°. Son analyse répond sensiblement à la formule Bi^2O^4.

(1) On a employé dans ces essais du charbon de cornue, préalablement calciné au rouge, dans la proportion de 1 partie pour 4 parties de baryum.

et que sa décomposition par l'eau doit être exprimée par l'équation très simple

$$C^2Ba + 2H^2O = C^2H^2 + Ba(OH)^2.$$

» Cette formation directe et particulièrement facile d'un acétylure métallique fournit un nouveau mode de synthèse de l'acétylène, qui n'est peut-être pas sans intérêt au point de la formation des carbures naturels : il est, en effet, assez vraisemblable que cette propriété du baryum ne lui est pas spéciale et que d'autres métaux sont aussi capables de fournir directement des acétylures stables aux températures élevées : le calcium, d'après Wöhler, paraît être déjà dans le même cas. Si l'on se rappelle, en outre, d'après les belles recherches de M. Berthelot, que l'acétylène est le point de départ de la synthèse de tous les carbures cycliques, on arriverait ainsi, par la simple décomposition d'acétylures naturels, et comme ce savant l'a fait d'ailleurs remarquer (1), à s'expliquer d'une manière assez satisfaisante l'origine des pétroles de Russie, qui paraissent être des hydrures aromatiques et que l'industrie parvient aujourd'hui à transformer en carbures benzéniques vrais.

» Il est évident que l'acétylure de baryum doit, comme l'azoture précédemment décrit, jouer un rôle considérable dans la production synthétique du cyanure correspondant. Ce rôle, déjà mis en lumière par M. Berthelot, demande à être précisé par des recherches spéciales : j'espère pouvoir bientôt donner quelques nouvelles indications sur ce sujet intéressant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation des amines aromatiques en hydrocarbures chlorés*. Note de MM. **Prud'homme** et **C. Rabaut**, présentée par M. Schützenberger.

« Sandmeyer a montré que, si l'on chauffe avec une solution chlorhydrique de chlorure cuivreux les chlorures des dérivés diazoïques des amines aromatiques, celles-ci se transforment en hydrocarbures chlorés correspondants. L'aniline donne du monochlorobenzène : les phénylènediamines, les dichlorobenzènes.

» D'autre part, Möhlau a établi que les nitrates des mêmes amines, trai-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 481.

tés par la poudre de zinc et l'acide chlorhydrique, sont réduits à l'état de dérivés diazoïques.

» On peut combiner ces deux réactions en une seule, en faisant réagir directement le chlorure cuivreux sur les nitrates des amines aromatiques.

» A une solution aqueuse de nitrate d'aniline cristallisé, on ajoute une solution chlorhydrique de chlorure cuivreux, assez acide pour ne pas précipiter par l'eau en présence. On chauffe doucement : il se produit quelques vapeurs nitreuses et un dégagement d'azote. La température s'élevant, il distille, avec la vapeur d'eau, une petite quantité de benzine et une huile qu'on dessèche sur du chlorure de calcium fondu. Soumise à la distillation, elle donne du monochlorobenzène bouillant à 132°, et un corps à point d'ébullition = 173°, qui cristallise par le refroidissement : les cristaux fondent à 55°. C'est donc du *paradichlorobenzène*.

» Les réactions qui donnent naissance au monochlorobenzène peuvent s'écrire :

$$2(C^6H^5AzH^2.AzO^3H) + 3Cu^2Cl^2 + 6HCl$$
$$= 2C^6H^5.Az^2Cl + 6H^2O + 4CuCl^2 + Cu^2Cl^2,$$
$$C^6H^5.Az^2Cl.Cu^2Cl^2 = C^6H^5Cl + Az^2 + Cu^2Cl^2.$$

La production du dichlorobenzène semble répondre à l'équation

$$C^6H^5.Az^2Cl + 2CuCl^2 = C^6H^4Cl^2 + Az^2 + HCl + Cu^2Cl^2.$$

Nous avons donc été conduits à essayer directement l'action du chlorure cuivrique sur le chlorure de diazobenzène.

» A une molécule de ce dernier en solution aqueuse, on ajoute deux molécules de chlorure cuivrique cristallisé et l'on chauffe doucement. Il distille de la benzine en petite quantité, puis du monochlorobenzène, sans traces de dichlorobenzène. En traitant par la benzine le résidu de l'opération, on en retire du phénol, provenant de la décomposition bien connue du chlorure de diazobenzène par l'eau bouillante.

» La formation de paradichlorobenzène doit donc être attribuée à celle de paraphénylène-diamine et de son dérivé diazoïque, dans la réduction du nitrate d'aniline par le chlorure cuivreux.

» Les chlorures chromique, ferrique, etc. agissent à la manière du chlorure cuivrique sur le chlorure de diazobenzène.

» Le cholrure cuivreux peut être remplacé, pour la réduction des nitrates des amines aromatiques et leur transformation en hydrocarbures chlorés, par un autre chlorure, réducteur très énergique, le chlorure chromeux

hydraté. Par contre, les chlorures ferreux et stanneux ne déterminent pas la réduction des nitrates et la transformation en dérivés diazoïques ([1]). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Des principes qui accompagnent la chlorophylle dans les feuilles.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. Henri Moissan.

« I. Dans le péricarpe du raisin blanc, il existe des corps chlorophylliens qui, comme je l'ai précédemment montré, sont saturés d'acide palmitique et d'un alcool polyatomique élevé, l'œnocarpol. Mais, dans un fruit mûr, les organes à chlorophylle sont arrivés à l'extrême limite de leur évolution, et il convient d'examiner les principes qui accompagnent la matière verte dans le limbe des feuilles.

» Dans ce but, 7^{kg} de feuilles de vigne (chasselas), cueillies en juillet, ont été épuisées à froid par le sulfure de carbone et ont donné 260^{gr} d'extrait solide, soit 3,7 pour 100 ([2]).

» L'extrait chlorophyllien concret est d'un vert foncé; on le malaxe avec de l'alcool, tant que celui-ci se colore notablement en vert; il reste ainsi 100^{gr} d'une matière plastique verdâtre, insoluble dans l'alcool froid. Cette matière, dissoute dans de la benzine en présence de noir animal pur, est, après des passages répétés au noir, purifiée par cristallisation dans l'éther acétique. Une très notable portion du produit principal reste avec le noir animal en même temps que la chlorophylle, ce qui diminue beaucoup les rendements quand on tient à avoir des corps tout à fait blancs.

» Ce premier traitement fournit une matière parfaitement blanche, cristallisée, fusible à 74° et distillable vers 300°, que je propose de nommer *vitol*. Sa formule déduite de l'analyse est $C^{17}H^{34}O$.

» La partie de l'extrait sulfocarbonique soluble dans l'alcool froid est, après élimination de cet alcool, agitée avec un mélange de potasse étendue et d'éther. L'éther se charge ainsi des principes qui, dénués de propriétés acides, ne se dissolvent pas dans les lessives étendues.

» Des teintures éthérées on peut retirer, par le procédé indiqué plus haut, un corps blanc cristallisé que je désignerai sous le nom de *vitoglycol*.

([1]) Travail fait au Laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

([2]) Pour effectuer des travaux de ce genre, nous avons construit, M. Bémont et moi, un digesteur en tôle qui permet de traiter à la fois 10^{kg} de matière. On fait passer à travers cet appareil 60^{kg} de sulfure de carbone par jour, et ce dissolvant se régénère d'une façon continue par distillation, en laissant l'extrait pur.

L'analyse assigne à cette substance la formule $C^{23}H^{44}O^2$; l'existence d'un dérivé dibenzoïlé en fait un glycol $C^{23}H^{42}(OH)^2$.

» Le vitoglycol n'a pas un radical hydrocarboné de même nature que l'œnocarpol. Son hydrogénation est beaucoup plus grande, et, en se décomposant à la distillation, il donne une matière cireuse au lieu d'un baume odorant.

» Des eaux alcalines du traitement précédent on retire environ 20gr d'acides gras semi-solides. Tandis que ces acides forment 85 pour 100 des extraits provenant de la coque du raisin, ils ne figurent dans ceux des feuilles que pour 8 pour 100 environ. J'ai pu constater, par de nombreuses expériences, que les acides gras, notamment l'acide palmitique, se rencontrent constamment dans les feuilles. Il ne serait pas impossible qu'ils eussent pour mission de limiter, dans les plantes, l'entrée des sels terreux et même ceux de sodium, que le palmitate de potassium précipite à tel point qu'il n'est pas facile d'employer la soude dans le traitement des extraits de plante.

» II. La méthode de séparation que je viens d'exposer peut être appliquée sans modification à tous les extraits sulfocarboniques de feuilles et donne des résultats comparables. C'est ainsi que 230gr d'extrait solide de luzerne (*Medicago sativa*), provenant de 19kg de plante sèche, ont donné 50gr d'acide gras, 30gr de corps neutres solubles dans l'alcool et 150gr d'une matière qui, après des purifications convenables, cristallise dans l'éther acétique, et que je propose de nommer *médicagol* pour rappeler son origine. Cette nouvelle substance est parfaitement blanche; cristalline au microscope, elle fond à 80° et bout à 395° sans décomposition sensible. Le médicagol ne réagit sur le brome que par substitution et il donne un dérivé monobenzoïlé; c'est donc un alcool saturé. Sa formule est

$$C^{20}H^{41}(OH)\ [C = 80.2 - 80,4,\ H = 13,5 - 13,7].$$

» En raison de la stabilité inattendue de ces corps, qui accompagnent la chlorophylle dans les feuilles, j'ai pensé qu'ils devaient résister aux fermentations et aux actions organiques de la digestion. Pour vérifier ce point, deux lots de luzerne sèche ont été extraits par le sulfure de carbone, l'un directement, l'autre après avoir passé par le tube digestif d'un cheval que M. P. Adam, professeur à l'École d'Alfort, a bien voulu mettre à ma disposition. Dans les deux échantillons, on trouve la même quantité de médicagol $C^{20}H^{41}(OH)$ inaltéré, ainsi que le prouve l'analyse.

» III. L'extrait de bryone (*Bryonia dioica*), traité comme les précédents, donne surtout un produit insoluble dans l'alcool, qu'on arrive aisément à

obtenir tout à fait pur. C'est alors une belle matière incolore, cristallisant en larges lames, comparables, par leur aspect, à l'acide borique. L'analyse montre qu'il s'agit d'un hydrocarbure saturé $C^{20}H^{42}$ [$C = 84,9$ ($H = 14,7$)] que je nommerai *bryonane*. Ce carbure fond à 69° et bout, sans altération, à 400°. On peut même, en parlant de l'extrait chlorophyllien primitif, l'isoler simplement par distillation et recristallisation.

» IV. On sait que la chlorophylle est insoluble dans l'eau. Dans les corps chlorophylliens, elle se trouve, au moins pour une notable proportion, en relation immédiate avec d'autres corps insolubles, à poids moléculaire fort élevé, et appartenant, comme je viens de le montrer, à la série des acides gras et aux fonctions glycérine, glycol, alcool et hydrocarbure. La chlorophylle semble avoir une très grande affinité pour ces différentes substances. Peut-être peut-on comparer cette affinité à la fixation d'une substance colorante pour une fibre végétale.

» En résumé, nous avons indiqué, en présence de cette chlorophylle, l'existence d'un alcool triatomique, l'*œnocarpol;* d'un alcool diatomique, le *vitoglycol,* et d'un alcool monoatomique, le *médicagol.* Les nouveaux composés cristallisés qui viennent d'être définis ne ressemblent que par leur aspect extérieur à la cholestérine, ainsi que le montre leur analyse. Parmi eux, on trouve même des paraffines cristallisées, et leur mélange dans les diverses espèces forme, sans aucun doute, les matières extractives quelquefois désignées sous le nom vague de *cire des feuilles*. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Amélioration de la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère en France; résultats de la campagne* 1891. Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Th. Schlœsing.

« Les procédés culturaux sur l'importance desquels j'ai commencé d'appeler l'attention il y a quatre ans, et que, dès lors, je recommandais comme appelés à transformer la production de la pomme de terre en France, se sont, en 1889 et 1890, propagés avec une grande rapidité; leur propagation, en 1891, vient d'être plus rapide encore.

» Cette année, le nombre de mes collaborateurs a triplé; 350 cultivateurs m'avaient, au début, offert leur concours, mais beaucoup, au moment de la récolte, n'ont pu me fournir de renseignements précis; les résultats indiqués par quelques-uns, ont dû, d'autre part, être laissés de

côté, parce qu'ils provenaient de cultures trop modestes, et cela, malgré les rendements extraordinaires de 800^{kg} et 1000^{kg} à l'are qu'ils apportaient.

» C'est de l'horticulture, à mon avis, que ces rendements relèvent, et c'est seulement aux résultats acquis dans les conditions de la grande pratique agricole que j'ai cru devoir accorder considération.

» Ces résultats sont, pour la campagne de 1891, au nombre de 224. Pour les résumer, je dirai que, parmi eux, figurent 110 rendements en poids de *Richter's Imperator* variant de 30000^{kg} à 50000^{kg} à l'hectare. Ces rendements, dont la moyenne générale s'élève à 36300^{kg}, ont été obtenus en terres fertiles sur des surfaces dont la moitié a varié de 10 ares à 11 hectares; aux tubercules qu'ils ont fournis appartient une richesse moyenne de 20 pour 100 de fécule anhydre; pour quelques-uns, cette richesse s'est élevée à 22, 23, 24 et même 25 pour 100.

» D'autre part, en cultivant des terres pauvres, dont la valeur locative ne dépasse pas 30^{fr} l'hectare, 23 de mes collaborateurs de 1891 ont obtenu des rendements dont la moyenne s'élève à 23000^{kg} avec une richesse de 19,5 pour 100.

» Ce sont là des récoltes dont la valeur en argent ne saurait être estimée à moins de 1300^{fr} l'hectare pour les terres fertiles, à moins de 800^{fr} pour les terres pauvres.

» Parmi mes autres collaborateurs, 30 environ ont vu leurs récoltes compromises par les intempéries et notamment par une sécheresse excessive qui, cette année, par régions limitées, a sévi dans le sud, le sud-ouest et même une partie du centre de la France.

» D'autres ont cru pouvoir modifier quelques-uns des procédés que, à leur demande, je leur avais conseillés, et de ce fait, on a vu des cultures bien préparées sous les autres rapports, tomber de 30000^{kg} ou 35000^{kg} à 25000^{kg} et même 20000^{kg} à l'hectare. Ainsi s'est trouvée vérifiée une fois de plus l'influence personnelle de chacune des conditions que la théorie d'abord, et la pratique ensuite, m'ont conduit à recommander.

» C'est sur deux points surtout que ces modifications ont porté : sur l'espacement du plant d'une part, sur la fragmentation des tubercules d'une autre.

» J'ai démontré précédemment que, pour obtenir les récoltes maxima, les pieds de pomme de terre doivent être espacés de telle façon que chaque plante puisse développer en liberté sa végétation aérienne, mais de telle façon aussi, que rejoignant ses voisines, elle ne laisse autour d'elle aucune place découverte. C'est en plaçant 330 poquets à l'are que

ce résultat est atteint pour les variétés à feuillage abondant. De nouvelles études faites en 1890 et 1891 sur les variétés *Imperator*, *Jeuxey* et *Red Skinned* m'ont permis de vérifier à nouveau l'exactitude de cette indication. Entraînés cependant par de vieilles habitudes, 21 de mes collaborateurs ont négligé de la suivre et se sont contentés de placer à l'are 250, 200, 150, même 100 poquets; leurs récoltes ont été chaque fois diminuées proportionnellement au nombre de places non occupées.

» D'autres, parce que la rareté et le prix souvent exagéré du plant d'*Imperator* en 1891 les a obligés à accepter des tubercules énormes, ont dû les couper en deux, trois et quatre fragments. Or cette fragmentation est, pour certaines variétés, pour l'*Imperator* surtout, une cause d'infériorité de la récolte; les tubercules ainsi coupés sont aisément atteints par la gangrène du pied et pourrissent; chez tous les cultivateurs qui ont planté de tels tubercules, la récolte s'est trouvée diminuée, quelquefois de moitié.

» En résumé, les résultats de la campagne 1891 sont des plus beaux que l'on puisse espérer; leur ensemble apporte une consécration nouvelle aux procédés culturaux que je recommande.

» L'an dernier, en présentant à l'Académie les résultats de 1890, j'émettais la pensée que mon but pouvait, dès lors, être considéré comme atteint; les résultats actuels montrent que je ne m'étais pas trompé.

» La culture améliorée des pommes de terre productives et riches, de la variété *Richter's Imperator* aujourd'hui, d'autres variétés aussi remarquables demain, l'application à cette culture des procédés intensifs sont, aujourd'hui, des faits acquis.

» Cette culture va, cette année, se développer dans une mesure bien plus grande encore; des féculeries nouvelles achèvent de se monter en ce moment; les grands distillateurs de grains, arrêtés dans leurs travaux, se tournent du côté de la pomme de terre et déjà l'emploi de celle-ci à l'alimentation du grand bétail préoccupe nombre d'éleveurs.

» Si bien qu'aujourd'hui, ce n'est plus par ares, comme il y a quatre ans, mais par 50 et 100 hectares que l'on compte; parmi les cultivateurs les plus hardis qui abordent la voie nouvelle, il en est même qui vont, cette année, développer sur 300 et 400 hectares la culture améliorée de la pomme de terre à grand rendement; il eût été téméraire, il y a quatre ans, d'espérer un progrès aussi rapide. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Contribution à l'étude des vins déplâtrés* (1), par M. H. QUANTIN.

« L'Académie s'étant récemment prononcée contre le déplâtrage des vins, nous croyons devoir faire connaître le résultat des recherches que nous poursuivons depuis quelque temps sur les divers modes de déplâtrage des vins, et les procédés permettant de les caractériser.

» Le déplâtrage s'effectue généralement de manière à éliminer seulement le sulfate de potasse qui se trouve en excès par rapport à la limite légale; aussi y a-t-il présomption de déplâtrage, lorsque la teneur d'un vin en sulfate de potasse est très voisine de 2^{gr} par litre.

» Le chlorure, le nitrate et le carbonate de baryum, déjà signalés comme employés au déplâtrage des vins, ne sont pas les seuls sels de baryte employés à cet usage; d'après nos recherches personnelles, il y faut joindre le tartrate, l'acétate et le phosphate.

» Le déplâtrage par le nitrate de baryte s'est répandu depuis qu'on a abaissé la limite de tolérance pour le chlorure de sodium; il se caractérise par la présence, dans le liquide, d'une quantité dosable d'acide nitrique, qui rend illusoire le caractère qu'on a voulu tirer de la présence des nitrates pour déceler le mouillage. Les coupages dans lesquels entrent des vins ainsi déplâtrés peuvent arriver à ne renfermer que très peu de nitrates, et seront, à tort, suspectés de mouillage; d'autre part, contrairement à une opinion qui tend à s'accréditer, les vins mouillés *avant fermentation*, c'est-à-dire les vins *par procédés*, ne sauraient renfermer de nitrates, ceux-ci disparaissant fatalement pendant la fermentation alcoolique (2).

» La recherche du mode de déplâtrage exige, la plupart du temps, l'étude des dépôts que surnage le liquide clair, aussi est-il parfois difficile de se prononcer quand on ne peut se les procurer; voici, quoi qu'il en soit, ce que nous avons observé :

» La lie d'un échantillon de vin déplâtré renfermait du sulfate de baryte,

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire départemental d'Orléans.

(2) Nous avons, en effet, établi (*Annales agronomiques*, 1886; *Réduction du sulfate de chaux par les ferments anaérobies*) que la réduction des nitrates précède celle des sulfates, et que la fermentation alcoolique transforme ceux-ci en sulfures (*Comptes rendus*, 9 décembre 1886).

mais le liquide clair ne renfermait ni chlorures ni azotates : il fallait donc que la baryte eût été employée à l'état d'hydrate, de carbonate ou de sel organique. L'acidité du vin étant normale, les deux premières hypothèses devaient être rejetées; les cendres du liquide clair renfermaient une importante proportion de carbonate de potasse, fait en désaccord avec le résultat constant du plâtrage, qui diminue considérablement la dose de tartre et parfois même la rend sensiblement nulle; mais l'extrait sec cédait à l'alcool concentré de l'acétate de potasse. Il était donc à présumer qu'on avait déplâtré au moyen de l'acétate de baryte; c'est, en effet, ce qui avait eu lieu.

» Les cendres d'un autre échantillon renfermaient du phosphate de potasse (près de 2^{gr} par litre) et la lie contenait du sulfate de baryte : on se trouvait donc en présence, soit d'un vin phosphaté et plâtré, puis déplâtré, soit d'un vin traité par le phosphate de baryte. Le phosphatage ayant pour but de remplacer le plâtrage, la première conjecture était peu acceptable; l'étude de la lie nous permit d'y déceler la présence du phosphate de baryte. Ce mode de déplâtrage a été évidemment inspiré par le phosphatage.

» Pour reconnaître le mode de déplâtrage mis en œuvre, nous avons employé avec avantage la marche suivante : après avoir reconnu la présence de la baryte, on cherche s'il y a, ou non, des chlorures en quantité un peu notable; leur absence élimine l'hypothèse de l'emploi du chlorure de baryum; l'emploi du carbonate de baryte est caractérisé par l'absence du tartre et le défaut d'acidité, ainsi que par la présence d'un peu de baryte dans le liquide clair.

» En l'absence des chlorures, et lorsque la teneur en acide est normale, on fait digérer la lie, débarrassée, par lavage, des sulfates solubles, avec une solution concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque : la présence ultérieure de la baryte, dans cette solution, décélera l'emploi du tartrate de baryte.

» Si l'essai précédent ne donne pas de résultat, on neutralise exactement 100^{cc} du liquide clair et on les évapore au bain-marie ; l'extrait sec, ainsi obtenu, est repris par l'alcool absolu, et la solution alcoolique est évaporée à sec. Le résidu, chauffé avec de l'acide phosphorique, dégage, ou non, de l'acide acétique : dans le premier cas, on a affaire soit à un vin déplâtré au moyen de l'acétate de baryte, soit à un vin en partie acétifié, dont on a voulu masquer l'altération par une neutralisation partielle. Dans le premier cas, la dose de potasse *totale* est normale ; dans le second, la

proportion des carbonates alcalins dans les cendres est tout à fait exagérée.

» Si cet essai est encore négatif, on recherche s'il y a une quantité un peu notable de nitrates, par le procédé Pelouze-Schlœsing. En l'absence de ceux-ci, on recherche si le vin renferme des phosphates alcalins et si la lie renferme du phosphate de baryte : à cet effet, on incinère une certaine quantité de lie, on l'humecte ensuite de sulfate d'ammoniaque [1] dont on élimine l'excès par une nouvelle calcination ; enfin, l'on fait digérer à chaud le résidu avec de l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau, qui dissout le phosphate de baryte. Quant à la proportion de phosphate alcalin dans le liquide, elle est généralement, dans ce cas, supérieure à la dose totale habituelle des phosphates alcalins et alcalinoterreux réunis. »

M. **Berthelot** fait observer que les faits signalés par M. *Quantin* présentent un caractère de gravité toute particulière. Le déplâtrage des vins, effectué dans les conditions qu'il décrit au moyen des sels de baryte, c'est-à-dire de composés vénéneux, n'est pas une simple falsification d'un produit alimentaire, mais un véritable procédé toxique.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'assimilation des hydrates de carbone.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Pflüger a désigné sous le nom de *quotient respiratoire* le rapport entre l'acide carbonique excrété pendant un temps donné et l'oxygène absorbé dans le même temps. Ce quotient chez l'homme à jeun est plus petit que l'unité, ce qui se comprend facilement; il suffit d'examiner la formule des graisses et des matières albuminoïdes, pour se rendre compte qu'elles renferment moins d'oxygène et d'azote qu'il n'est nécessaire pour transformer tout leur hydrogène en eau et ammoniaque; l'oxygène absorbé dans la respiration devra donc brûler l'excédent d'hydrogène et tout le carbone des aliments. Comme l'acide carbonique contient son propre volume d'oxygène, il faut que le volume d'oxygène absorbé soit supérieur à celui de l'a-

---

(1) L'addition du sulfate d'ammoniaque a pour but de ramener à l'état de sulfate le sulfure de baryum qui aurait pu se produire par réduction du sulfate préexistant.

cide carbonique rendu; le quotient respiratoire sera donc plus petit que l'unité.

» Les hydrates de carbone, glucose, amidon, etc. renferment la quantité d'oxygène exactement nécessaire pour convertir en eau tout leur hydrogène; leur combustion produit donc un volume d'acide carbonique égal à celui de l'oxygène employé; en effet, les auteurs qui se sont occupés des variations du quotient respiratoire ont montré que, pendant la digestion des féculents, ce rapport augmente et tend vers l'unité. Dans des expériences que nous avons publiées il y a quelques années (*Comptes rendus*, années 1887 et 1888), nous avons montré, M. Ch. Richet et moi, que ce rapport peut devenir supérieur à l'unité, ce qui indique qu'il ne s'agit plus d'une simple combustion des hydrates de carbone.

» J'ai d'abord cherché à préciser les conditions où l'on obtient ces rapports élevés que nous n'avions observé jusque-là qu'accidentellement; et j'ai pu constater que le quotient respiratoire dépasse l'unité toutes les fois que l'on fait prendre, à un individu à jeun, un hydrate de carbone délayé dans une grande quantité d'eau. En employant des quantités faibles de glucose (50^{gr}) dissous dans 1^{lit} d'eau, le rapport monte dans chaque expérience au voisinage de 1,25.

» L'oxygène contenu dans l'acide carbonique exhalé étant plus grand que l'oxygène absorbé dans la respiration, il est évident que l'excès provient des hydrates de carbone eux-mêmes, qui se dédoublent dans l'organisme en acide carbonique et une autre substance moins riche en oxygène.

» Mais ce dédoublement pourrait se produire dans l'intestin, par une véritable fermentation butyrique, ou autre. Nous avons en effet montré, M. Ch. Richet et moi, que l'acide carbonique introduit dans l'intestin est rapidement absorbé et éliminé par la respiration. Pour éliminer cette hypothèse, j'ai étudié le quotient respiratoire d'un individu chez qui l'emploi continu du naphtol suspendait les fermentations intestinales.

» Sujet à jeun depuis treize heures : $\frac{CO^2}{O^2} = 0,84$.

» Sujet après un repas de 820^{gr}, pommes de terre : $\frac{CO^2}{O^2} = 0,984$.

» Le même individu prend alors, toutes les deux heures, un cachet de β-naphtol pur de $0^{gr},50$; il prend en outre un cachet supplémentaire à chaque repas; dix-neuf heures après le premier cachet, étant à jeun depuis six heures, son quotient respiratoire est 0,85. Après un repas composé de : pommes de terre 820^{gr}, eau 100^{gr}, sel 30^{gr}, son quotient respiratoire est 0,986.

» Quarante-quatre heures après le premier cachet, à jeun : $\frac{CO^2}{O^2} = 0,74$. Deux heures après un déjeuner composé de $1^{kg},30$ de pommes de terre en purée et 500^{gr} d'eau, $\frac{CO^2}{O^2} = 1,08$.

» Enfin soixante-neuf heures après le premier cachet (ayant pris 35^{gr} de naphtol) $\frac{CO^2}{O^2}$ à jeun est 0,80, et après absorption de glucose: $\frac{CO^2}{O^2} = 1,10$.

» L'influence du naphtol sur le dégagement de l'excès d'acide carbonique a été nulle, ce qui prouve bien que celui-ci ne provient pas d'une fermentation intestinale, mais d'une transformation dans l'organisme.

» Les anciennes expériences de Boussingault, Persoz, etc., ayant montré que les animaux peuvent renfermer plus de graisses que leurs aliments ne leur en avaient apporté, j'ai supposé que le glucose se convertissait en graisse dans l'organisme, d'après l'équation

$$13C^6H^{12}O^6 = C^{55}H^{104}O^6 + 23CO^2 + 26H^2O,$$

$C^{55}H^{104}O^6$ représentant l'oléostéaropalmitine, que j'ai prise comme graisse de composition moyenne; du reste, si on la remplace par la tripalmitine ou la trimargarine, on arrive à des chiffres fort voisins. Cette équation montre que 100^{gr} de glucose, se transformant en graisse, doivent dégager $21^{lit},8$ de CO^2. J'ai alors effectué les mesures de la façon suivante. Je déterminais le coefficient respiratoire chez l'individu à jeun, puis, je lui faisais prendre une quantité connue de glucose dissous dans une grande quantité d'eau, et je mesurais l'acide carbonique exhalé et l'oxygène absorbé jusqu'au moment où son quotient respiratoire était redevenu le même qu'au début de l'expérience. Je calculais alors la quantité d'acide carbonique qu'il aurait dû produire d'après l'oxygène absorbé, et la différence entre l'acide carbonique trouvé et l'acide carbonique calculé correspondait à la transformation du glucose en graisse d'après l'équation ci-dessus. Voici les résultats de ces expériences :

$\frac{CO^2}{O^2}$ avant l'expérienee.	Quantité de glucose.	Durée de l'expérience.	Volume total		Excès de CO^2	
			O^2.	CO^2.	trouvé.	calculé.
0,82	48gr	4h 3m	60,05 lit	58,85 lit	9,65	10,46
0,86	73	4,40	74,25	79,90	16,15	15,94
0,83	23	4,10	59,40	54,95	5,65	5,014

» L'excès d'acide carbonique ainsi trouvé concorde avec la théorie, autant que l'on pouvait l'attendre de semblables expériences. Je ferai remarquer que la durée de la transformation du glucose est presque la même, quelle que soit la quantité de glucose absorbée; ce qui varie, dans ce cas, c'est le quotient respiratoire, que nous avons vu s'élever à 1,30, après une absorption de 350gr de glucose. Dans ce cas, l'oppression devient considérable, et nous n'avons pu mener à bien nos expériences avec une dose de glucose supérieure à 75gr.

» En résumé, le glucose introduit dans l'organisme ne subit pas simplement une combustion, ou une transformation en glycogène, mais il est converti quantitativement en graisse. Dans une prochaine Note, j'apporterai de nouvelles preuves à cette interprétation. »

M. **Arm. Gautier**, en présentant cette Note de M. *Hanriot,* ajoute les remarques suivantes :

« Il y a une dizaine d'années (1881-1882), j'ai établi que, contrairement à ce qu'on croyait alors, les animaux, même ceux à sang chaud, vivent pour une large part à la façon des êtres anaérobies. J'ai appuyé cette démonstration, si importante au point de vue de la physiologie générale, sur deux sortes de preuves. D'une part, j'ai fait voir que les ptomaïnes et d'autres produits très réducteurs que l'on rencontre dans les fermentations bactériennes se forment aussi dans nos tissus et peuvent toujours être retirés de nos diverses excrétions. D'autre part, j'ai montré que, chez les animaux supérieurs chez lesquels un excès d'oxygène semble imprégner les tissus, sur cinq parties de cet élément contenu dans les excrétions de toute sorte (y compris les produits expirés et l'eau de boisson qui entre et sort sous le même état), quatre parties seulement d'oxygène sont apportées par l'air inspiré; de telle sorte que $\frac{1}{5}$ environ de l'oxygène excrémentitiel est fourni par le dédoublement direct, fermentatif, des matières alimentaires sans intervention de l'oxygène de l'air.

» A ces dédoublements anaérobies des tissus et des aliments j'avais pensé qu'il fallait attribuer, entre autres, la formation des corps gras dans l'économie animale aux dépens des hydrates de carbone, et dans mon récent Traité de *Chimie biologique* (p. 767), j'ai donné une équation de cette formation des graisses aux dépens de l'amidon et des sucres, par simple dédoublement de ces substances avec production d'eau et d'acide

carbonique, et en dehors de toute intervention de l'oxygène apporté par le sang.

» M. Hanriot vient de démontrer, par une méthode très élégante, la réalité de cette conception. Il établit qu'à l'état normal les hydrates de carbone se dédoublent dans l'économie animale en graisses, eau et acide carbonique, et les nombres de ses expériences paraissent même devoir faire admettre cette conséquence que, dans ce dédoublement de l'amidon et du sucre, il ne se produit pas sensiblement d'autres corps que des graisses. C'est là une démonstration intéressante de la vie anaérobie de certaines cellules et de leur mode de fonctionnement à la façon des ferments, idée que notre illustre Confrère M. Pasteur avait déjà émise en 1879 dans une brochure ayant pour titre : *Examen critique d'un écrit posthume de Cl. Bernard sur la fermentation,* où il dit (p. 105) :

» La fermentation devient, dans cet ordre d'idées, un phénomène général, universel, propre à toutes les cellules vivantes, mais qui revêt un état habituel particulier dans les cellules des ferments..... Tous les êtres seraient le siège de phénomènes de fermentation d'une durée variable avec les conditions et la durée de la vie sans air, succédant à l'excitation donnée par le gaz oxygène..... Un muscle en activité produit un volume d'acide carbonique supérieur au volume d'acide carbonique absorbé dans le même temps. Pour la théorie nouvelle, ce fait n'a rien que de naturel, puisque l'acide carbonique produit résulte d'actes de fermentation qui n'ont aucune relation nécessaire avec la quantité d'oxygène absorbée ou fixée.

» Les phénomènes de fermentation anaérobie ne se bornent certainement pas aux dédoublements des hydrates de carbone dans l'économie animale; les matières extractives réductrices de nos tissus, les bases hydropyridiques que l'on y rencontre toujours, en très petite proportion il est vrai, enfin l'urée elle-même (celle-ci au moins en partie) proviennent du dédoublement des corps albuminoïdes, avec hydratation préalable et perte concomitante d'acide carbonique sans intervention de l'oxygène apporté par le sang. En un mot, ces corps azotés sont, eux aussi, des produits de la fermentation anaérobie des tissus animaux. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de nombreuses Diatomées dans les gaizes crétacées du bassin de Paris.* Note de M. L. CAYEUX, présentée par M. Fouqué.

« J'ai signalé, en 1891, la présence de nombreuses Diatomées dans une roche siliceuse tertiaire, connue sous le nom de *tuffeau*, très développée

dans le landénien inférieur du nord de la France et de la Belgique, et formant quelques lits sans importance, dans l'yprésien supérieur des collines des Flandres ([1]).

» En étudiant les *gaizes* crétacées du bassin de Paris, je fus frappé de la grande similitude de composition minéralogique de ces roches et des tuffeaux éocènes; la ressemblance se poursuivait même jusque dans les vestiges d'organismes, abondamment représentés de part et d'autre par des spicules d'éponges. En soumettant les gaizes à une analyse microscopique détaillée, je reconnus que l'analogie de composition se complétait par l'existence de Diatomées dans les gaizes.

» Les sections minces de ces roches montrent que les espaces compris entre les débris organiques et les grains de quartz sont susceptibles de constituer des plages très étendues, occupées le plus souvent par de l'opale grise ou jaunâtre. Étudiées avec de faibles grossissements, ces plages paraissent homogènes quant à leur composition; mais, examinées à l'aide d'un microscope muni d'un objectif puissant et d'un condenseur fortement abaissé, elles laissent reconnaître de petites valves de Diatomées, mesurant en moyenne $0^{mm},03$ de longueur.

» Dans un certain nombre de préparations tirées d'échantillons de gaize dure, elles sont si abondantes qu'elles sont presque juxtaposées; elles constituent alors un des éléments essentiels de la roche.

» En raison des dimensions très réduites des frustules de ces Diatomées et de l'égalité de réfringence de la silice qui les forme et de celle qui les cimente, il est difficile de saisir les contours des valves qui paraissent faire corps avec la silice qui les empâte; aussi la détermination des genres de Diatomées réunies dans mes préparations offre-t-elle de grandes difficultés. Il est néanmoins aisé de constater que les formes représentées dans les gaizes diffèrent de celles des tuffeaux tertiaires.

» J'ai reconnu des frustules de Diatomées, en quantités très inégales, dans la gaize à *Ammonites mamillaris* du Rethélois, dans la gaize à *A. inflatus* de l'Argonne, du Bray, de l'Yonne (Chassy) et du Cher. Je puis encore mentionner leur présence dans une roche connue sous le nom de « Dalle de Visé » (Belgique), et appartenant à la craie à Bélemnitelles.

([1]) L. Cayeux, *De l'existence des Diatomées dans le landénien inférieur du nord de la France et de la Belgique* (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 969; 1891). *De l'existence des Diatomées dans l'yprésien du Nord* (*Ann. Soc. géol. du Nord,* t. XIX, p. 131; 1891).

» L'étude micrographique des gaizes permet donc de conclure que les Diatomées, qui prennent de nos jours une part si active à la confection des boues siliceuses des mers profondes et de certains dépôts d'eau douce, constituaient déjà un puissant agent de sédimentation au début de la période crétacée.

» On peut également déduire de ces observations que, à des périodes géologiques différentes, les mêmes conditions favorables au développement de certains organismes inférieurs se sont reproduites sur une vaste échelle, sans que pourtant on puisse affirmer qu'il y ait eu identité entre les faunes microscopiques en question. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence de zéolites dans les calcaires jurassiques de l'Ariège et sur la dissémination de ces minéraux dans les Pyrénées.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie l'existence de nombreuses *zéolites* dans les calcaires jurassiques de l'Ariège. Ce genre de gisement, assez singulier, s'observe notamment au port de Saleix, dans les calcaires noirs fossilifères du lias moyen. (Ces calcaires renferment en outre en abondance de la couzéranite en beaux cristaux.)

» La *chabasie* y tapisse des fissures; elle se présente en rhomboèdres incolores ou blanc laiteux, atteignant parfois 1^{cm} de plus grande dimension. Ce même minéral forme aussi des veinules dans la même roche. Elles sont en général très fragiles et difficiles à dégager de leur gangue.

» La *chabasie* se trouve dans les mêmes conditions aux environs de Prades, à proximité d'un gisement de lherzolite. On en observe aussi à Lordat, dans la vallée de l'Ariège. Enfin, au bois de Fajou, près Caussou et à Escourgeat en Suc, les mêmes calcaires, modifiés par la lherzolite (et transformés en une roche constituée par du dipyre, de la biotite, des amphiboles et des pyroxènes), renferment en très grande abondance des rhomboèdres hyalins de *chabasie*, accompagnés de *stilbite* mamelonnée, également transparente, et rappelant la *puflérite* du Tyrol.

» Si l'on met à part la mésotype et l'hydronéphélite, qui sont très rares, l'harmotome et la brewstérite, dont je n'ai pu vérifier l'existence, les zéolites pyrénéennes sont constituées par des types exclusivement calciques (*chabasie, laumonite, prehnite*) ou calciques et très peu sodiques (*stilbite, heulandite*), tandis que les zéolites exclusivement sodiques sont représentées seulement par l'*analcime,* qui ne s'est rencontrée que dans deux gisements, mais en assez grande abondance.

» Si l'on cherche maintenant quelle est la nature des roches renfermant ces minéraux, on constate qu'elle est des plus variées : *granulite* (stilbite de Luchon), *gneiss* ou *micaschistes feldspathisés* [chabasie, stilbite, heulandite, analcime de Cambo, laumonite, stilbite, chabasie d'Arnave, chabasie et stilbite du col de Girabal, stilbite du lac Naguille, etc.; *micaschistes non feldspathisés* (laumonite et stilbite), d'Ax, Ascou, Savignac, etc.]; *cipolins* (stilbite et chabasie de Cambo), calcaires jurassiques (gisements cités au commencement de cette Note), enfin roches éruptives basiques, *diabases ophitiques* (chabasie à Pouzac, prehnite à Arnave, etc., stilbite à Rimont, à la Bastide de Serrou) ou *porphyrite* (analcime d'Arudy). Aucune de ces zéolites n'est cantonnée dans un gisement spécial; les roches schisteuses sont celles où ces minéraux sont le plus abondants.

» Enfin, il y a lieu de faire remarquer que tous ces gisements sont superficiels, qu'on les rencontre souvent et cela est surtout vrai pour l'Ariège, dans des régions où les roches ont subi des modifications dynamétamorphiques intenses, où ces roches ont perdu leur homogénéité (col de Girabat, lac Naguille).

» M. Des Cloizeaux a étudié autrefois de petits cristaux de stilbite, formés par la source thermale de la Cascade, à Olette (Pyrénées-Orientales). Cette source sort du granite à une température de 78°. Ce mode de formation se rapproche tout à fait de celui qui a été décrit par M. Daubrée dans les thermes de Plombières, et il est hors de doute que nombre des gisements pyrénéens doivent leur existence à une cause analogue. Toutefois, l'examen de quelques-uns de ces gisements, et notamment de ceux du col de Girabal, me fait penser que ces minéraux ont pu se former à une température inférieure, et par simple décomposition sur place par voie atmosphérique des roches qui les renferment.

» Il est peu de régions où il soit possible d'observer une aussi grande quantité de zéolites, formées dans des conditions de gisements aussi différentes. A ce point de vue, les Pyrénées méritent d'appeler tout particulièrement l'attention. »

M. **Gonçalves de Almeida** annonce qu'un gisement d'ossements fossiles vient d'être découvert au Brésil, dans la province de Rio Grande do Sul.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 février 1892.

Traité des résections et des opérations conservatrices qu'on peut pratiquer sur le système osseux, par L. Ollier, t. III. Paris, Masson, 1891; gr. in-8°. (Présenté par M. le Dr Verneuil.)

L'éducation de nos filles, par le Dr Jules Rochard. Paris, Hachette, 1892; in-16. (Présenté par M. le baron Larrey.)

La Tératologie végétale et ses principes, par M. D. Clos. Toulouse, Douladoure-Privat, 1891; broch. in-8°.

Leçons de Physique générale, par James Chappuis et Alphonse Berget. Tome III : *Acoustique, Optique, Électro-optique*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; gr. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Annales de l'Observatoire de Bordeaux, publiées par G. Rayet, t. IV. Paris, Gauthier-Villars et fils; Bordeaux, Feret et fils, 1892; in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Rapports du Jury international, publiés sous la direction de M. Alfred Picard. Groupe VI : *Outillage et procédés des industries mécaniques* (2e Partie), classes 50 et 51. Paris, Imprimerie nationale, 1891; in-4°.

Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque nationale et autres Bibliothèques, t. XXXIII. Paris, Imprimerie nationale, 1889; in-4°.

Mémoires de la Société géologique de France. — Paléontologie. Tome II, fasc. III. Paris, Baudry, 1891; broch. in-4°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Livraisons 24 et 25 : *Terrains tertiaires, Eocène, Échinides*. Tome II, par M. Cotteau. Paris, Masson, 1891; fasc. in-8°.

Banque de France. — Assemblée générale des actionnaires de la Banque de France du 28 *janvier* 1892 *sous la présidence de M. Magnin, gouverneur. Compte rendu au nom du Conseil général de la Banque*, etc. Paris, P. Dupont, 1892; in-4°.

Acta mathematica. Journal rédigé par G. Mittag-Leffler, Stockholm, 1891; fasc. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique, par Folie; 1892. Bruxelles; in-18.

Le rôte de l'eau dans les cylindres à vapeur, par LUCIEN ANSPACH. Bruxelles, 1892; broch. in-8°.

Pathologie und Therapie der psychischen Krankheiten für Arzte und Studirende. Fünfte Auflage, gänzlich unsgearbeitet und erweitert, von Dr WILLIBALD. Levinstein, Schlegel; Berlin, 1892; 2 vol. gr. in-8°.

Annalen der K. K. Universitats-Sternwarte in Wien (Währing), herausgegeben von EDMUND WEISS. VII. Band. Wien, 1891; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 8 février 1892.)

Note de M. *Le Bel,* Sur le pouvoir rotatoire des dérivés diacétyltartriques:

Page 304, ligne 28, *au lieu de* $\Delta^2\varphi\left[-\frac{3}{4}\sqrt{\frac{3}{2}}F'(R)+\frac{3}{8}F(R)\right]+\Delta^3\varphi, \ldots,$ *lisez* $\Delta^2\varphi\left[-\frac{3}{4}\sqrt{\frac{3}{2}}F(R)+\frac{3}{8}F'(R)\right]+\Delta^3\varphi, \ldots.$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 FÉVRIER 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CINÉMATIQUE. — *Sur une interprétation géométrique de l'expression de l'angle de deux normales infiniment voisines d'une surface, et sur son usage dans les théories du roulement des surfaces et des engrenages sans frottement.* Note de M. **H. Resal**.

« 1. Soient Ox, Oy deux axes rectangulaires tracés dans le plan tangent au point O d'une surface (S); r_0, s_0, t_0 les valeurs des dérivées partielles $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}$, $\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}$, pour $x = 0$, $y = 0$. Pour des points de la surface infiniment voisins du point O, on peut écrire

$$z = \tfrac{1}{2}(r_0 x^2 + 2 s_0 xy + t_0 y^2). \tag{1}$$

» En désignant par X, Y, Z les coordonnées courantes pour le plan tangent au point m ou (x, y, z) infiniment voisin de O, on a pour l'in-

tersection AB de ce plan avec xOy

$$(2) \qquad X(r_0 x + s_0 y) + Y(s_0 x + t_0 y) = \tfrac{1}{2}(r_0 x^2 + 2 s_0 xy + t_0 y^2).$$

» Si n est la projection de m sur xOy et I l'intersection de On et AB, l'équation (2) fait voir que I est le milieu de On.

» En désignant par ε l'angle formé avec Oz par la normale en m, l'équation (1) conduit à

$$(3) \qquad \varepsilon^2 = [(r_0 x + s_0 y)^2 + (s_0 x + t_0 y)^2].$$

» Supposons qu'on se donne la position de la droite AB, parallèlement à laquelle on mènera l'axe Oy; désignons par i l'inclinaison de On sur Ox, ou le complément de l'angle formé par On et AB; par $d\sigma = \mathrm{OK}$ la distance de AB au point O.

» Le coefficient de X dans l'équation (2) devant être nul, on a

$$(4) \qquad \frac{y}{x} = -\frac{s_0}{t_0} = \operatorname{tang} i.$$

En remplaçant, dans l'équation (3), y par $-x\frac{s_0}{t_0}$, puis x par $2\,d\sigma$, on trouve

$$(5) \qquad \varepsilon = 2\left(r_0 - \frac{s_0^2}{t_0}\right) d\sigma.$$

Si ρ est le rayon de courbure de la section normale de la surface faite suivant On, on a, en ayant égard à la formule (4),

$$\frac{1}{\rho} = \cos^2 i (r_0 + 2 s_0 \operatorname{tang} i + t_0 \operatorname{tang}^2 i) = \cos^2 i \left(r_0 - \frac{s_0^2}{t_0}\right),$$

et l'équation (5) devient

$$(6) \qquad \varepsilon = \frac{2\,d\sigma}{\rho \cos^2 i},$$

ce qui est l'interprétation dont il s'agit et qu'il est facile de traduire en langage ordinaire.

» Comme l'angle $\widehat{m\mathrm{IA}}$ est égal à l'angle $\widehat{n\mathrm{IA}} = \widehat{\mathrm{OIB}}$, on voit que $\overline{\mathrm{OI}}$ et $\overline{\mathrm{I}m}$ sont deux éléments consécutifs de l'hélice tracée sur le cylindre dont Oy, AB et leur parallèle en m sont trois génératrices consécutives, qui coupent ces génératrices sous l'angle $90° - i$. Il résulte de là que ces éléments sont aussi ceux de la section normale de (S) faite suivant OI.

» 2. *Roulement de la surface* (S) *d'un solide sur un plan.* — Supposons que le solide soit animé de la rotation instantanée Ω dont la direction rencontre le plan tangent xOy en un point A infiniment voisin de O. Cette rotation se décompose en deux autres, l'une Ω_z parallèle à Oz, et l'autre ω dans le plan xOy et dont AB est la direction. La première composante ne produira, dans le temps dt que des déplacements du second ordre des points de (S) infiniment voisins de O, les seuls qu'on ait à considérer, et l'on peut, par suite, en faire abstraction; la seconde aura pour effet de rabattre sur xOy le plan tangent en m entraînant (S) avec lui; il y aura roulement et l'on aura

$$\omega\, dt = \frac{2\, d\sigma}{\rho \cos^2 i}.$$

» La direction de la droite AB est arbitraire, excepté dans le cas où (S) est une surface développable : car, alors, cette droite doit être une génératrice de la surface; on a $t_0 = 0$ et, en même temps, $s_0 = 0$, puisque la section normale suivant AB est principale. L'équation (4) donne $\operatorname{tang} i = \frac{0}{0}$, ce qui devait être, et, en désignant par R le rayon de courbure de la section principale dont la trace est OK, la formule ci-dessus devient

$$\omega\, dt = \frac{2\, d\sigma}{R}.$$

» Si la surface (S) est à courbures opposées, et si Oy est une des asymptotes de l'indicatrice, les droites OI, AB doivent se confondre avec cette asymptote : c'est ce qui résulte d'ailleurs de l'équation (4) en y faisant $t = 0$. Il faut alors remonter à l'équation (3) qui donne, en y faisant $0 = t_0 = x$,

$$\varepsilon = s_0 y = \omega\, dt.$$

» 3. *Roulement de la surface* (S) *sur une autre surface* (S'). — Les deux surfaces sont tangentes en O. Soit m' le point de (S') où le plan tangent rencontre xOy suivant AB. On a, en accentuant les lettres,

$$(6') \qquad \varepsilon' = \frac{2\, d\sigma}{\rho' \cos^2 i'},$$

par suite

$$(7) \qquad \omega\, dt = 2\, d\sigma\left(\frac{1}{\rho \cos^2 i} \pm \frac{1}{\rho' \cos^2 i}\right),$$

en prenant le signe + ou le signe — selon que ρ, ρ' seront de sens contraire ou de même sens.

» Si les deux surfaces sont développables, AB sera une génératrice commune, et l'on aura $\omega\, dt = 2\, d\sigma\left(\frac{1}{R} \pm \frac{1}{R'}\right)$; les deux sections principales faites par zOx rouleront l'une sur l'autre. Il ne faut pas confondre ce roulement avec celui d'une surface développable sur le plan tangent à une autre surface développable (exemple, cône et cylindre).

» Revenons au cas général. Pour que le roulement de (S) puisse se continuer après que le plan tangent en m est venu se rabattre sur le plan tangent en m', il faut que m vienne coïncider avec m', ce qui exige que OI, IA soient deux directions conjuguées communes aux deux indicatrices, et alors on a

$$\omega\, dt = \frac{2\, d\sigma}{\cos^2 i}\left(\frac{1}{\rho} \pm \frac{1}{\rho'}\right).$$

Si l'une d'elles est une ellipse, les indicatrices admettent un système commun de diamètres conjugués et il y a deux directions suivant lesquelles le roulement peut se produire. Le lieu des points successifs O, m, m_1, ... de (S) roulera sur le lieu semblable relatif à (S'), et l'on aura ce qu'on peut appeler *deux lignes de roulement*.

» Si les deux indicatrices sont des hyperboles, il faut, pour que le roulement soit possible, que l'angle aigu des asymptotes de l'une d'elles soit compris dans l'angle aigu des asymptotes de l'autre. Dans le cas où Oy est une asymptote commune aux deux indicatrices, on a, en se reportant à la formule (3),

$$\varepsilon = s_0 y, \qquad \varepsilon' = s'_0 y'$$

et, en prenant $y' = y$,

$$\omega\, dt = (s_0 \pm s'_0)\, y.$$

» 4. *Engrenages sans frottement.* — Nous ne nous occuperons que de l'engrenage conique, qui comprend comme cas particulier l'engrenage cylindrique.

» Traçons sur le cône primitif mobile (C) une ligne géodésique; par le roulement de (C) sur le cône primitif fixe (C'), cette ligne déterminera sur le second cône une ligne géodésique qu'il est facile de construire. En menant les normales à (C), (C') aux points de leurs lignes géodésiques, on obtiendra deux surfaces gauches (S) et (S'), que nous prendrons pour former les dents de l'engrenage, qui seront tangentes au point de contact

des lignes géodésiques et dont ces lignes seront des lignes asymptotiques.

» La composante de la rotation instantanée du cône (C) dans le plan osculateur de sa ligne géodésique sera tangente à cette ligne.

» Il suit de là et de ce qui précède que (S) roulera sur (S′) suivant les lignes géodésiques de (C), (C′), et qu'on réalisera ainsi un engrenage sans frottement. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de l'élasticité;* par M. **H. Poincaré.**

« A l'occasion de ses intéressantes recherches sur l'élasticité qui lui ont permis de déterminer expérimentalement le rapport des deux coefficients de Lamé, notre éminent Confrère M. Cornu a attiré mon attention sur une question théorique au sujet de laquelle je désirerais présenter quelques observations.

» Soit un prisme rectangle élastique dont les six faces seront, si les axes de coordonnées sont convenablement choisis,

$$x = \pm a, \qquad y = \pm b, \qquad z = \pm c.$$

» Je suppose que les faces $z = \pm c$ soient soumises à des forces extérieures quelconques, mais que les quatre autres faces restent libres. Il s'agit d'étudier comment varie le rapport des deux rayons de courbure que prend une de ces quatre faces après sa déformation.

» J'adopterai les notations de Lamé, en désignant par N_1, N_2, N_3 les composantes normales des pressions qui s'exercent sur des éléments parallèles aux trois plans de coordonnées, et par T_1, T_2, T_3 les composantes tangentielles.

» On devra avoir alors en tous les points de la face $x = a$

$$N_1 = T_2 = T_3 = 0,$$

et comme cela a lieu quels que soient y et z, on aura aussi

$$\frac{dN_1}{dy} = \frac{dT_2}{dy} = \frac{dT_3}{dy} = 0, \qquad \frac{dN_1}{dz} = \frac{dT_2}{dz} = \frac{dT_3}{dz} = 0.$$

» La première des équations d'équilibre

$$\frac{dN_1}{dx} + \frac{dT_3}{dy} + \frac{dT_2}{dz} = 0$$

se réduit alors à

$$\frac{dN_1}{dx} = 0,$$

de sorte que les trois dérivées de N_1 sont nulles.

» De même sur la face $y = b$, on aura

$$N_2 = T_1 = T_3 = 0,$$
$$\frac{dN_2}{dx} = \frac{dN_2}{dy} = \frac{dN_2}{dz} = 0.$$

» Cela posé, j'appelle ξ, η, ζ les trois composantes du déplacement de la molécule x, y, z; λ et μ les deux coefficients de Lamé; θ la dilatation cubique

$$\theta = \frac{d\xi}{dx} + \frac{d\eta}{dy} + \frac{d\zeta}{dz}.$$

On aura

$$N_1 = \lambda\theta + 2\mu\frac{d\xi}{dx}, \qquad T_1 = \mu\left(\frac{d\zeta}{dy} + \frac{d\eta}{dz}\right)\cdot$$

avec les équations qu'on en peut déduire par symétrie.

» La surface $x = a$ déformée prend une courbure très peu prononcée, et l'indicatrice de cette surface a évidemment pour équation

$$\frac{d^2\xi}{dy^2}y^2 + 2\frac{d^2\xi}{dy\,dz}yz + \frac{d^2\xi}{dz^2}z^2 = 1.$$

» Si l'on suppose que l'on soit placé dans le plan $z = 0$ qui est un des plans de symétrie de la surface, si les mêmes forces sont appliquées aux deux bases du prisme, les axes de cette indicatrice sont parallèles aux axes de coordonnées et $\frac{d^2\xi}{dy\,dz}$ est nul. Le rapport des deux rayons de courbure principaux est alors égal au rapport des deux quantités $\frac{d^2\xi}{dy^2}$ et $\frac{d^2\xi}{dz^2}$.

» Or on a évidemment

$$\frac{d^2\xi}{dy^2} = \frac{1}{\mu}\frac{dT_3}{dy} - \frac{d^2\eta}{dx\,dy} = -\frac{d^2\eta}{dx\,dy},$$

puisque $\frac{dT_3}{dy}$ est nul sur la base $x = a$.

» D'autre part,

$$\mu\frac{d^2\eta}{dx\,dy} = \frac{dN_2}{dx} - \lambda\frac{d\theta}{dx}, \qquad \theta = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3\lambda + 2\mu},$$

d'où

$$\mu \frac{d^2\xi}{dy^2} = -\frac{dN_2}{dx} + \frac{\lambda}{3\lambda + 2\mu}\left(\frac{dN_1}{dx} + \frac{dN_2}{dx} + \frac{dN_3}{dx}\right).$$

» On trouverait de même

$$\mu \frac{d^2\xi}{dz^2} = -\frac{dN_3}{dx} + \frac{\lambda}{3\lambda + 2\mu}\left(\frac{dN_1}{dx} + \frac{dN_2}{dx} + \frac{dN_3}{dx}\right).$$

» Comme $\frac{dN_1}{dx}$ est nul sur le plan $x = a$, il vient

$$\mu(3\lambda + 2\mu)\frac{d^2\xi}{dy^2} = -2(\lambda + \mu)\frac{dN_2}{dx} + \lambda\frac{dN_3}{dx},$$
$$\mu(3\lambda + 2\mu)\frac{d^2\xi}{dz^2} = \lambda\frac{dN_2}{dx} - 2(\lambda + \mu)\frac{dN_3}{dx}.$$

» On sait que de Saint-Venant a étudié une solution particulière du problème de l'élasticité en supposant

$$N_2 = T_3 = N_1 = 0.$$

» Il en résulte que les termes en $\frac{dN_2}{dx}$ disparaissent et que le rapport des rayons de courbure est constant et égal à

$$\frac{-\lambda}{2\lambda + 2\mu}.$$

» Mais le point sur lequel je désire attirer l'attention, c'est que cette relation est encore vraie, non seulement pour la solution particulière de de Saint-Venant, mais pour la solution la plus générale du problème. Seulement elle ne l'est plus sur toute la face $x = a$, mais seulement sur l'arête $x = a$, $y = b$; nous avons vu, en effet, qu'en tous les points de la face $y = b$ on a

$$\frac{dN_2}{dx} = 0.$$

Il en résulte que, au point

$$z = 0, \qquad x = a, \qquad y = b,$$

c'est-à-dire au milieu d'une des arêtes, le rapport des deux courbes prises par l'une des faces est égal à

$$\frac{-\lambda}{2\lambda + 2\mu},$$

quelles que soient d'ailleurs les forces déformantes.

» C'est aux physiciens à voir s'ils peuvent tirer quelque parti de ces remarques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la perturbation magnétique du 13-14 février.* Note de M. **Mascart.**

« Les enregistreurs des Observatoires de Nice, Toulouse, Clermont et Besançon ont reproduit également cette perturbation, avec toutes les circonstances constatées par les stations de Perpignan, Lyon, Nantes et Parc Saint-Maur; les détails du phénomène feront l'objet d'une étude ultérieure.

» D'autre part, l'aurore boréale correspondante, signalée d'abord aux États-Unis, a été également observée en Europe.

» Le 14 février, de 1^h à $1^h 10$ du matin (t. m. de Paris), M. A. Forel voyait à Morges une très belle aurore boréale; l'employé du télégraphe de la ligne Morges-Rolle fut réveillé vers minuit 25^m par un appel spontané de la sonnerie.

» Le même jour, entre minuit et 1^h du matin, M. P. Lefebvre observait à Troyes

» .... une aurore boréale d'une assez grande intensité, puisque le phénomène était parfaitement visible malgré l'éclat de la pleine lune.

» Une lueur pourpre s'est d'abord montrée dans la direction du nord; à mesure qu'elle s'élevait, le centre s'est déplacé sensiblement de l'est à l'ouest. Au moment du plus grand éclat, des rayons verticaux plus brillants et plus blancs, se sont montrés à plusieurs reprises. Enfin le phénomène a disparu derrière des nuages, après avoir subi un nouveau déplacement en sens inverse du premier.

» M. de Roquigny-Adanson m'informe que l'aurore a été observée à Parc-de-Baleine par un garde-chasse :

» Le 14, à 1^h du matin, toute la région nord du ciel, où l'on distinguait des bandes horizontales de nuages, apparaissait teinte de sang. Par endroits, la teinte était d'un rouge noirâtre, d'un rouge *sang de bœuf.*

» D'après les points de repère indiqués par l'observateur, les lueurs dégradées, affaiblies, de l'aurore s'élevaient à 13° ou 14° au-dessus de l'horizon.

» L'aurore s'étendait à peu près du NW$\frac{1}{4}$ sur N au NE$\frac{1}{4}$ sur N, embrassant ainsi un arc d'environ 70°.

» Son intensité lumineuse, comparable à celle d'un vaste incendie au début de l'observation, diminua bientôt progressivement et les dernières lueurs s'évanouirent à $1^h 30^m$ du matin.

» On signale aussi l'apparition de l'aurore dans la Méditerranée, au voisinage des côtes de Provence, à Rome, Bruxelles, Londres, au Canada, aux États-Unis au-dessus du 36e parallèle, etc.

» Les communications télégraphiques ont été troublées dans plusieurs pays; sur certaines lignes des États-Unis, les courants étaient assez intenses pour que la transmission des dépêches ait pu se faire sans le secours de piles électriques. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note sur une tache solaire observée à l'Observatoire de Meudon du 5 au 17 février courant.* Note de M. J. **Janssen**.

« M. J. Janssen met sous les yeux de l'Académie les photographies du Soleil, obtenues les 5, 9, 12 et 17 février courant et sur lesquelles on remarque une des taches les plus considérables observées pendant les dernières périodes solaires.

» Ce qui rend cette tache particulièrement remarquable et qui en a permis l'observation facile à l'œil nu, c'est l'étendue de la surface perturbée (dont le diamètre est environ de $\frac{1}{7}$ du diamètre du disque solaire) et le grand nombre des noyaux distribués sur cette surface. Deux de ces noyaux confondus dans la même pénombre ont de $\frac{6}{10}$ à $\frac{8}{10}$ de minute sexagésimale d'arc de diamètre, ce qui approche beaucoup des dimensions des plus grands noyaux observés.

» La grande échelle à laquelle ces photographies ont été obtenues permet l'étude des mouvements et les transformations que les noyaux ont subis depuis l'apparition de la tache le 5 février jusqu'au 19, jour où elle s'approchait de l'extrême bord. Cette étude est très complexe parce qu'il y entre comme éléments la variation de vitesse de rotation avec la latitude solaire, variation très sensible ici, en raison de l'étendue de la tache dans le sens des méridiens solaires, puis certains mouvements propres et enfin la variation des forces qui ont produit cette grande perturbation photosphérique. Si cette étude donne d'intéressants résultats, l'Académie en sera informée.

» A l'égard de la question des rapports entre les phénomènes de taches solaires et les perturbations magnétiques terrestres, M. Janssen ne voit, dans les faits constatés jusqu'ici, rien qui autorise encore à admettre cette corrélation. Cependant, comme on ne doit rien rejeter *a priori* et que l'étude de cette question ne peut qu'être profitable aux progrès de la

Science, il voudrait qu'on multipliât les observatoires météorologiques et magnétiques à la surface du globe, et principalement dans l'hémisphère sud, de manière à pouvoir démêler, au milieu des manifestations électriques et magnétiques, celles qui auraient un caractère général et simultané pour tout un hémisphère terrestre, car il est évident qu'il n'y a que des phénomènes de cet ordre qui peuvent être attribués à une action solaire.

» Dans cet ordre d'idées, M. Janssen serait heureux que son Confrère M. Mascart, qui a des relations étendues avec les observatoires météorologiques étrangers, voulût bien demander si, pendant la production de la grande aurore observée en Amérique et en Europe et à laquelle on doit attribuer les grandes perturbations magnétiques observées, il s'est manifesté quelque phénomène de cet ordre dans l'hémisphère sud. Sans doute, l'hémisphère sud étant surtout un hémisphère aqueux, les phénomènes auroraux y sont moins fréquents et moins intenses que dans le nôtre, et d'un autre côté les observatoires sont plus éloignés des régions aurorales. Les constatations sont donc ici beaucoup plus difficiles.

» Néanmoins, s'il était bien constaté que rien d'analogue et de simultané aux phénomènes observés dans l'hémisphère nord ne s'est produit dans le sud, on serait en possession d'un fait qui rendrait bien improbable la théorie de l'action solaire.

» Il paraît, dans tous les cas, que c'est par des études et des constatations de ce genre qu'on parviendra à élucider la question, encore si obscure, de la corrélation entre les accidents de la surface solaire et les phénomènes électriques ou magnétiques terrestres. »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure des hautes températures. Réponse à des observations de* M. H. Le Chatelier (¹); par M. **Henri Becquerel**.

« A la suite des observations que j'ai présentées à l'Académie pour rappeler les travaux de mon père sur la pyrométrie, M. H. Le Chatelier a publié une nouvelle Note au sujet de laquelle je dois faire quelques remarques.

» Les citations que j'ai rapportées montrent que la question avait été traitée en 1862. La moitié du Mémoire, soit une cinquantaine de pages, est consacrée à l'étude d'une relation entre la température des corps incan-

(¹) Voir les trois derniers numéros des *Comptes rendus*.

descents et l'intensité de la lumière qu'ils émettent, ce qui n'empêche pas M. H. Le Chatelier de dire que la question n'a été abordée « que dans les » dernières pages, d'une façon incidente et dubitative ».

» Il serait trop long de rectifier toutes les interprétations de M. H. Le Chatelier, cependant je ne puis m'empêcher de relever quelques inexactitudes dans la manière dont il groupe les citations qu'il fait. Ainsi, dans la première citation de sa Note, des membres de phrases, pris dans les conclusions du Mémoire de mon père, pages 141 et 142, sont suivis d'une phrase écourtée qui se trouve page 108, et qui prend ainsi, pour le lecteur de la Note, un sens tout différent de celui qu'a la phrase *complète* dans le texte original. De même, la suppression de la phrase « Tous les corps » n'ont pas le même pouvoir d'irradiation à température égale », modifie considérablement le sens de la seconde citation. Le dernier passage cité par M. H. Le Chatelier ne figure pas, du reste, dans le Mémoire des *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers* (1864); c'est la raison pour laquelle je ne l'avais pas reproduit dans la Note que j'ai publiée.

» Enfin, M. H. Le Chatelier termine sa Note par un Tableau dans lequel il compare les nombres qu'il a déterminés à des nombres déduits par lui d'une formule donnée par mon père. Pour avoir des résultats comparables, il eût fallu mettre en regard les nombres obtenus pour des températures réellement les mêmes, aux points de fusion, par exemple, comme le montre le Tableau suivant où l'on a rapporté les déterminations faites par différents expérimentateurs.

	Températures estimées en degrés centigrades.			Intensité relative de la lumière émise par le platine				
	Ed. Becquerel. (1).	Violle.	Pionchon.	d'après M. Ed. Becquerel (1) (rayons rouges).	d'après M. Violle.		relevée sur des courbes tracées d'après les données de la Note de M. H. Le Chatelier (rayons rouges).	
					Raie C.	Raie D.		
Fusion de l'argent.	916°	954°	910°,5	1	1	1	0,019	1
Fusion de l'or.....	1037	1045	»	3,63	3,27	3,64	0,057	3
Fusion du platine..	1480	1775	»	648,8	507	809	14,80	779
Platine fondu.....	1506	»	»	821,0				

» On voit que, si l'on prend une échelle commune des mêmes points fixes de température, les mesures optiques de M. H. Le Chatelier diffèrent peu de celle de mon père et de M. Violle. La divergence porte principa-

(1) *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, avril 1864, et *La Lumière*, t. I.

lement sur les évaluations des températures en degrés centigrades, pour lesquelles M. H. Le Chatelier n'a pas fait de mesures.

» A partir de 1200°, les températures estimées par mon père sont dues à une extrapolation hypothétique. De même, les nombres donnés par M. Violle, au delà de 1200°, sont dus à une extrapolation dont ses expériences sur l'iridium ont augmenté le degré de probabilité. Pour coïncider avec les résultats de l'extrapolation des expériences de M. Violle, il faudrait que la courbe des variations avec la température des forces électromotrices du couple platine-palladium présentât, au delà de 1200°, une inflexion considérable et une tendance rapide vers un maximum, dont l'existence ne peut être soupçonnée par le tracé des déterminations expérimentales de mon père. Cependant il est possible que le nombre obtenu pour la température de fusion du platine, par extrapolation au moyen du couple platine-palladium, se rapproche moins de la température exacte que le nombre déduit par l'extrapolation de la loi de variation de la chaleur spécifique du platine. Toutefois, le nombre 1775° paraît devoir être un peu trop élevé. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation du bore amorphe;* par M. **Henri Moissan.**

« Dans une Communication précédente, nous avons étudié l'action des métaux alcalins sur l'acide borique, et nous avons démontré que, dans ces conditions, on ne pouvait pas obtenir de bore pur (1).

» *Électrolyse.* — L'électrolyse des différents composés du bore ne nous a pas fourni de résultats importants. On sait depuis longtemps que l'acide borique anhydre ne conduit pas le courant électrique. Si l'on électrolyse le borate de soude fondu (2) qui, lui, est bon conducteur, on met d'abord du sodium en liberté, et l'on se retrouve dans les conditions que nous avons étudiées précédemment. On peut cependant rendre conductrice une masse d'acide borique en fusion, en y ajoutant 20 pour 100 de son poids de borate de soude. Un courant de 35 ampères, traversant ce liquide pâteux, met en liberté, au pôle négatif, une petite quantité de sodium qui s'unit aussitôt à l'électrode de platine pour former un alliage facilement fusible. Autour du pôle positif, on voit se dégager des bulles d'oxygène et

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 319.

(2) W. Hampe, *Électrolyse du borate de soude* (*Chem. Zeit.,* t. XII, p. 841).

se former un nuage de bore amorphe. Seulement, dans les conditions où l'on opère, à la température de 1200°, la majeure partie du bore mise en liberté se recombine à l'oxygène avec une incandescence très vive. C'est une très belle expérience, mais le rendement en bore est des plus minimes. La poudre légère, de couleur marron clair, que l'on obtient après lessivage à l'eau bouillante, présente bien les qualités du bore pur, mais sa quantité a été trop faible pour en déterminer la composition.

» *Action du magnésium sur l'acide borique.* — Les résultats fournis par ces différents essais nous ont alors amené à reprendre l'étude de l'action du magnésium sur l'acide borique.

» Phipson (¹), en étudiant la réduction des composés oxygénés, est le premier qui ait fait réagir le magnésium sur l'acide borique. Il a obtenu une masse noirâtre, ne dégageant pas de gaz au contact de l'eau, dont il n'a pas poursuivi l'étude.

» Peu de temps après, Geuther (²) réduisit le fluoborate de sodium par le magnésium. Dans cette préparation il se forme encore un borure alcalin, ainsi que dans le procédé classique de Berzélius.

» La même remarque peut s'appliquer à l'action du magnésium sur le borate de soude étudié par Gattermann (³).

» En 1879 Francis Jonnes (⁴), dans un travail fait avec beaucoup de soin, étudia la préparation de l'hydrogène boré impur qu'il obtint dans la décomposition par l'eau et par l'acide chlorhydrique d'un borure de magnésium préparé par l'action du magnésium sur l'acide borique. Dans ce premier travail, ainsi que dans celui publié deux années après, en collaboration avec Taylor (⁵), il eut soin d'ajouter toujours à l'acide borique un excès de magnésium; il fit remarquer seulement que, quand il chauffait trop le mélange, il obtenait une masse d'un brun marron qui renfermait une très grande quantité d'azoture de bore.

» Dans ses importantes recherches sur l'action du magnésium sur les composés oxygénés, M. Winckler (⁶) a repris dernièrement l'étude de la réduction de l'acide borique par le magnésium. M. Winckler a toujours fait

---

(¹) Phipson, *London roy. Society*, t. XIII, p. 217.
(²) Geuther, *Jahresberichte*, p. 126; 1865.
(³) Gattermann, *Berichte*, p. 195; 1890.
(⁴) F. Jonnes, *Journal of the chemical Society*, t. XXXV, p. 41.
(⁵) F. Jonnes et Taylor, *Journal of the chemical Society*, t. XXXIX, p. 213; 1881.
(⁶) Winckler, *Berichte*, 24 février 1890.

réagir la quantité de magnésium nécessaire théoriquement pour enlever tout l'oxygène de l'anhydride borique; parfois il employait même une quantité double de poudre de magnésium. Dans tous les cas, comme ce savant l'a d'ailleurs remarqué, il se produit un mélange de bore et de borure de magnésium. Dans quelques cas déterminés M. Winckler a même donné la formule de ces borures. Il établit qu'il peut se former deux borures, l'un de formule $Mg^9 Bo^2$ et un autre $Mg^5 Bo^2$. Le plus riche de ces composés renfermait 54 pour 100 de bore.

» La réaction est tout autre si, au lieu d'employer la quantité de magnésium nécessaire théoriquement pour réduire l'anhydride borique, on ne met en réaction qu'un poids beaucoup plus faible. Dans ce dernier cas il se fait surtout du bore accompagné d'un borate de magnésie cristallisé et d'un borure non décomposable par l'eau. Le borate de magnésie cristallisé est insoluble dans l'eau et soluble dans l'acide chlorhydrique.

» Nous devons dire tout d'abord, pour expliquer les divergences que présentent les expériences des différents savants cités plus haut, qu'il existe deux borures de magnésium. L'un de ces borures est instable, décomposable par l'eau avec dégagement d'hydrogène et d'hydrogène boré, et l'autre, non décomposable par l'eau, n'est pas attaqué par les acides chlorhydrique et azotique. Nous avons obtenu ce dernier composé très bien cristallisé.

» On comprend que l'on pourra arriver, par des lavages réitérés à l'eau et à l'acide chlorhydrique, à séparer facilement le borate et le borure instable. La formation de l'autre borure devra être évitée autant que possible.

» *Préparation du bore amorphe.* — Le magnésium employé était en tournure très fine, préparé spécialement pour l'éclairage des objets à photographier. On le débarrasse d'abord des parcelles de fer qu'il peut contenir au moyen d'un aimant. Il est bon de s'assurer aussi que ce magnésium est exempt dans sa masse de silicium et de fer.

» L'acide borique doit avoir été refondu récemment au creuset de platine; il est très important qu'il ne contienne pas d'eau. Il faut rechercher aussi si cet acide borique ne contient ni soude, ni chaux, ni silice, impuretés qui se rencontrent très souvent dans les acides du commerce.

» Cet acide borique, pulvérisé, est mélangé intimement au magnésium dans les proportions suivantes :

Acide borique........................	210gr
Magnésium	70gr

» Cette proportion de magnésium répond seulement au tiers du poids du métal nécessaire pour enlever tout l'oxygène de l'acide. La réaction va donc se faire en présence d'un grand excès d'anhydride borique. Le mélange tassé dans un creuset de terre n° 14 est placé dans un fourneau Perot porté préalablement au rouge vif. Après quatre à cinq minutes, la réaction se produit et elle est accompagnée d'un grand dégagement de chaleur, car le creuset atteint le rouge blanc. Lorsque l'acide borique est bien privé d'eau, on n'entend pas de bruissement. On laisse encore dix minutes au feu, puis l'on retire le creuset, toujours muni de son couvercle, et, après refroidissement, on trouve à l'intérieur un culot qui souvent peut se détacher avec facilité.

» En brisant le culot, on voit, sur la partie extérieure, une coloration noire, peu épaisse, tandis que toute la partie centrale plus ou moins caverneuse, possède une couleur marron; toute la masse est imprégnée de cristaux blancs de borate de magnésie. On sépare avec soin toute cette partie marron, on la fait bouillir avec un grand excès d'eau et d'acide chlorhydrique pur jusqu'à épuisement d'acide borique. Enfin elle est reprise six fois par l'acide chlorhydrique pur bouillant. Chacun de ces traitements à l'acide dure une journée. Le résidu est lavé à l'eau distillée, repris par une solution bouillante de potasse alcoolique à 10 pour 100, et repris à nouveau par l'eau distillée. Enfin, après décantation, il est traité par l'acide fluorhydrique à 50 pour 100. Ce dernier traitement se fait dans un alambic de platine, muni d'un réfrigérant à reflux, à la température de l'ébullition de l'acide et pendant dix heures. La matière, lavée à l'eau par décantation jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de réaction acide, est étendue ensuite sur des plaques poreuses de biscuit et séchée dans le vide en présence d'un grand excès d'acide phosphorique.

» On obtient ainsi une poudre marron très ténue, ne contenant ni eau, ni hydrogène, ni acide borique; elle est inaltérable à l'air; son rendement, par rapport au magnésium employé, est environ de 42 pour 100 et, à l'analyse, elle nous a fourni les chiffres suivants :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Bore	93,97	94,42	95,00
Magnésium	3,75	4,05	2,28
Insoluble	1,60	1,26	1,18
	99,42	99,73	99,46

» La petite quantité de magnésium que l'on rencontre encore dans cette

substance s'y trouve à l'état de borure, et l'on ne peut s'en débarrasser qu'en reprenant cette poudre par l'acide borique en fusion.

» Pour cela, on mélange ce bore avec 50 fois son poids d'anhydride borique en poudre, on le place dans un creuset de terre, en ayant soin de le maintenir entre deux couches d'anhydride borique, et l'on chauffe comme précédemment. Le culot est repris dans les mêmes conditions que celles que nous venons d'indiquer, sauf que les derniers traitements peuvent durer un temps beaucoup plus court. Il reste finalement une poudre marron, un peu plus claire que la précédente, ne contenant plus que des traces de magnésium et une très petite quantité d'une matière noire insoluble qui renferme un peu d'azoture de bore.

» D'après son analyse, elle contient :

Bore	98,30
Magnésium	0,37
Insoluble	1,18
	99,85

» Enfin, lorsque l'on veut obtenir le bore pur et complètement exempt d'azoture, on dispose l'expérience de la façon suivante :

» A chaque action du magnésium sur l'acide borique on emploie, pour éviter la présence de l'azote du foyer, un creuset brasqué avec un mélange en poudre fine d'acide titanique et de charbon, ainsi que l'ont indiqué Deville et Wœhler dans leurs recherches sur le titane. On obtient ainsi une poudre de couleur marron qui renferme une quantité de bore dont la teneur peut varier entre 99,2 et 92,60. Ce bore ne contient, comme impuretés, que des traces de silicium, de fer et de magnésium.

» Si l'on n'a pas eu soin de séparer du culot obtenu la partie extérieure noire, dont nous avons déjà parlé, le bore préparé dans ces conditions peut contenir une petite quantité de carbone ou d'un carbure de bore noir cristallisé dont l'existence a déjà été indiquée par M. Joly (1) (de 1 à 1,5 pour 100). Ce charbon provient de la réduction de l'oxyde de carbone du foyer par le bore amorphe. On l'évite en ne prenant que la partie centrale du culot, qui possède une belle couleur marron.

» Enfin on peut opérer la réduction de l'acide borique par le magnésium dans des nacelles de porcelaine placées dans un tube de même sub-

(1) H. Joly, *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 456.

stance traversé par un courant d'hydrogène sec et exempt d'azote. Les lavages se font comme il a été indiqué plus haut, et l'on obtient, dans ce cas, un bore bien exempt de carbone et d'azoture, mais dont le rendement est très faible. Cette délicate préparation nous a donné un bore pur ne contenant plus ni carbone ni azote.

» *Conclusions.* — La poudre de magnésium, chauffée en présence d'un excès d'acide borique, fournit un mélange de bore, de borate de magnésie et de borure de magnésium. Par des lavages successifs aux acides, on élimine le borate et la majeure partie du borure. En reprenant à nouveau par l'acide borique en fusion, on oxyde ce qui reste de borure et l'on obtient après lavage le bore amorphe ne contenant plus qu'une très faible quantité d'azoture.

» Lorsque l'on veut éviter la présence de ces traces d'azoture de bore, on doit opérer dans l'hydrogène ou brasquer les creusets à l'acide titanique, et dans ces conditions on prépare le bore amorphe pur.

» Nous continuons l'étude des propriétés du bore et de ses composés. »

HYDRAULIQUE. — *Sur une amélioration de l'appareil automatique à élever de l'eau à de grandes hauteurs, employé aux irrigations.* Note de M. **Anatole de Caligny.**

« J'ai présenté à l'Académie, le 19 novembre 1877 et le 13 février 1888, un appareil qu'on emploie à faire des *irrigations* au moyen d'une chute d'eau, chez moi, à Flottemanville près de Valognes (Manche). Depuis cette époque, la construction en a été modifiée de manière à simplifier cet appareil et à diminuer des pertes de force vive. L'eau s'élève beaucoup plus haut, par rapport à la chute motrice, que lorsqu'on n'y employait pas alternativement, d'ailleurs sans choc, un réservoir d'air.

» Dans le bélier hydraulique, l'air est toujours comprimé d'avance, ce qui change l'état de la question. L'appareil élevait l'eau verticalement et elle se déversait latéralement au sommet du tube d'ascension, dans un tuyau de conduite d'une grande longueur. Pour le système tel qu'il avait été exécuté, l'eau entrait latéralement dans le tuyau d'ascension.

» Aujourd'hui, il n'y a plus qu'un seul tuyau vertical apparent, en ce sens que celui qui est à compression d'air entoure celui d'ascension, qui se trouve toujours plein et qu'on pourrait appeler *tuyau réservoir.* Dans celui-ci on a disposé un autre tuyau de diamètre moindre se raccordant

avec celui qu'on désignera sous le nom de *tuyau d'évacuation*. Il résulte de cette disposition que, ce dernier n'atteignant plus le sommet du tuyau *réservoir*, une perte de force vive qui existait antérieurement est supprimée. Ainsi le liquide élevé est distribué, d'une manière continue, par la raison même que le tube *d'évacuation* se trouve plus bas que le sommet du tuyau *réservoir:* l'eau se débite donc assez régulièrement pour l'empêcher de déborder.

» Plus le tuyau *d'évacuation* est long, moins l'écoulement est variable, et, en effet, l'orifice qui débouche à l'extrémité la plus opposée ne cesse jamais de couler lorsque l'appareil est en train. L'inertie de la colonne liquide contenue dans le long tuyau *d'évacuation* remplace, jusqu'à un certain point, le mode de la vitesse acquise d'un volant pour une machine à mouvement circulaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches sur les éthers acétoacétiques monochlorés, monobromés et monocyanés;* par MM. **A. Haller** et **A. Held.**

« Dans notre étude sur la synthèse de l'acide citrique [1], nous avons signalé les différentes réactions qui permettent de distinguer les dérivés acétoacétiques α halogénés de leurs isomères γ. Nous avons, en outre, montré que le composé monochloré obtenu par M. Mewes, M. Ossipoff, M. Genvresse et par nous, donne naissance à un mélange d'éthers α et γ cyanacétoacétiques, quand on lui fait subir la double décomposition avec le cyanure de potassium. Nous en avons conclu que l'éther monochloré, obtenu par chloruration directe, était un mélange des dérivés α et γ.

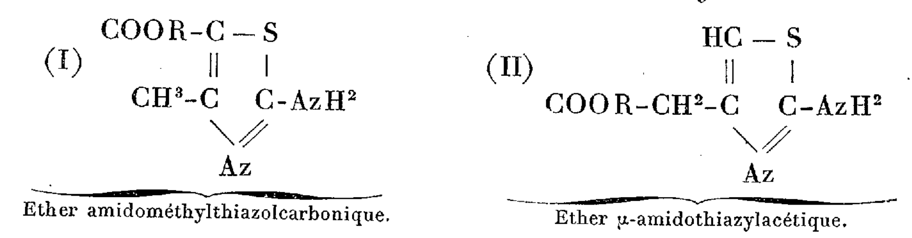
» M. Hautzsch, en se basant sur les belles réactions découvertes par lui, et que nous avons mentionnées dans notre Mémoire, n'arrive pas aux mêmes conclusions. D'après des recherches faites dans son laboratoire par M. Schiffer, et que le savant professeur nous a obligeamment communiquées, l'éther monochloroacétique, préparé dans les conditions décrites par nous, se comporte, à l'égard de la sulfourée et de la thioacétamide, comme de l'éther α monochloroacétoacétique. Avec de la sulfourée, il se forme exclusivement de l'éther *amidométhylthiazolcarbonique* [2] fondant

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXI, p. 647, 682. — *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXII; juin 1891.

[2] Zurcher, *Annalen der Chemie*, t. CCL, p. 288.

à 175°, et non un mélange de ce composé avec son isomère, l'éther μ *amidothiazylacétique* (1) dont le point de fusion est situé à 94°.



Ether amidométhylthiazolcarbonique. Ether μ-amidothiazylacétique.

» Nous avons répété ces condensations et repris nos propres expériences : 1° avec le même éther chloré qui nous avait servi une année auparavant; 2° avec un éther chloré fraîchement préparé.

» Condensé avec de la sulfourée, dans les conditions décrites par M. Zurcher (2), l'éther qui datait d'un an ne fournit que le dérivé I fondant à 175°.

» L'éther chloré fraîchement préparé se comporte de la même manière et ne fournit, outre le composé (I) fondant à 175°, que de petites quantités d'un corps fondant au-dessous de 100°.

» Toutes ces condensations ont été effectuées plusieurs fois et avec des quantités d'éther variables. La réaction au cyanure de potassium, telle qu'elle a été décrite par nous (3), ne donne avec l'éther ancien que des quantités très faibles (5 pour 100 environ) d'éther γ cyané, tandis qu'avec de l'éther nouvellement préparé le rendement monte parfois jusqu'à 25 pour 100.

» Dans les deux cas, on a toujours constaté la production de quantités notables d'éther α cyané. Ces essais confirment, en tous points, et nos précédentes recherches et celles de M. Hautzsch. Elles montrent, en outre, que l'éther monochloroacétoacétique, obtenu par chloruration directe, semble subir avec le temps une transformation partielle, puisque le même éther, qui fournissait primitivement de 20 à 25 pour 100 de dérivé γ cyané, n'en donne plus que 5 pour 100 au bout d'un an. Hâtons-nous d'ajouter que ce fait mérite une nouvelle confirmation; nous nous proposons de l'entreprendre avec un éther chloré dont nous connaissons le rendement en éther γ cyané.

(1) STEUDE, *Annalen der Chemie*, t. CCLXI, p. 30.
(2) ZURCHER, *loc. cit.*
(3) *Ann. de Chim. et de Phys., loc. cit.*

» *Action du cyanure de potassium sur l'éther monobromoacétoacétique de M. Duisberg.* — La constitution de ce dérivé, obtenu par bromuration directe, c'est-à-dire dans des conditions semblables à celles qui donnent naissance au composé chloré que nous venons d'étudier, est diversement envisagée suivant les réactions invoquées.

» MM. Hautzsch ([1]) et Steude ([2]) le considèrent comme un dérivé γ substitué. Pour M. Nef ([3]), il est constitué par un mélange d'éther α et d'éther γ. Nous ne pouvons que confirmer les recherches faites par M. Steude avec ce composé.

» Condensé avec de la sulfourée, il fournit, en effet, de l'éther *μ amido-thiazylacétique* fondant à 94°, sans trace d'isomère, fondant à 175°.

» La constitution de cet éther comme dérivé γ bromé semblait donc bien établie, si l'on n'invoque que la réaction de M. Hautzsch; aussi l'avons-nous soumis à l'action du cyanure de potassium dans l'espoir d'obtenir un bon rendement en éther acétoacétique γ cyané, terme le plus important de notre synthèse d'acide citrique.

» 50gr de cet éther sont étendus de un demi-litre anhydre, puis additionnés de 20gr de cyanure de potassium desséché et pulvérisé. La réaction commence à froid; le liquide se colore rapidement en jaune, puis en brun rouge avec une fluorescence bleue. Au bout de vingt-quatre heures de contact, on termine l'opération en chauffant pendant trois ou quatre heures au bain-marie. On laisse refroidir, on filtre et on distille l'éther. On obtient comme résidu un liquide visqueux, brun noirâtre, qui, par refroidissement, se prend en une masse cristalline. On essore, on lave le produit solide avec de l'éther et l'on fait cristalliser dans le chloroforme. Par évaporation du dissolvant, il se dépose de volumineux cristaux d'un jaune d'or, fondant à 126° et possédant la composition et toutes les propriétés de l'éther succinosuccinique.

» Une autre portion de cet éther a pu être isolée de son mélange avec le bromure et le cyanure de potassium, déposé au sein de la liqueur primitive. Le rendement s'est ainsi élevé à environ 30 pour 100 de la quantité d'éther bromé employé.

» Le liquide mère, noirâtre, d'où l'on a séparé l'éther succinosuccinique, soumis à la distillation, se boursoufle, charbonne et ne donne pas trace d'éther γ cyanacéto-acétique.

» Au lieu de rectifier ce produit, nous avons cherché, dans une autre

---

([1]) *D. chem. Ges.*, t. XXIII, p. 2339.
([2]) *Annalen Chem.*, t. CCLXI, p. 30.
([3]) *Ibid.*, t. CCLXVI, p. 89.

opération, à caractériser la présence de l'éther γ cyané, en le transformant dans le composé (1) $C^2H^5.CO^2.CH^2.CHOH.CHCl.C\begin{matrix}\diagup AzHHCl\\ \diagdown OCH^3\end{matrix}$.

» Le liquide, débarrassé de la majeure partie de l'éther succinosuccinique, fut donc traité par de l'alcool méthylique saturé d'acide chlorhydrique. Il ne se forme pas la moindre quantité du chlorhydrate d'éther imide cherché, d'où nous avons conclu que ce liquide ne renfermait point de dérivé γ cyané.

» Parmi les produits formés, il nous a également été impossible de déceler la présence d'éther α acétocyanacétique.

» Les résultats inattendus que nous avons obtenus ne nous permettent point de formuler une opinion, quant à la constitution de l'éther bromoacétoacétique de M. Duisberg. Son auteur (2), en le traitant par du sodium, au sein d'une solution éthérée, l'a également transformé en éther succinosuccinique. D'autre part, M. Schœnbrodt (3) a constaté la formation de ce même composé dans le traitement de l'éther iodoacétoacétique par du cyanure d'argent; or cet éther iodé prend naissance en soumettant l'éther cuproacétoacétique à l'action de l'iode; sa constitution doit donc être celle d'un dérivé α. Enfin, comme l'a déjà fait remarquer M. Hautzsch (*loc. cit.*), la production d'éther succinosuccinique peut s'expliquer aussi bien en partant d'un éther α qu'en partant d'un dérivé γ halogéné.

» *En résumé*, ces recherches font voir que, suivant leur mode de préparation, suivant aussi les réactions mises en jeu, les éthers acétoacétiques monohalogénés se montrent tantôt comme des composés α, tantôt comme des dérivés γ, tantôt enfin comme un mélange de dérivés α et γ substitués. Des recherches que nous avons faites avec l'éther monobromé de M. Schœnbrodt et qui feront l'objet d'une prochaine Communication viennent encore à l'appui de cette manière de voir. »

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys., loc. cit.*
(2) *Annalen der Chemie*, t. CCXIII, p. 149.
(3) *Ibid.*, t. CCLIII, p. 183.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la déformation de l'écorce terrestre;* par M. Marcel Bertrand [1].

« Dans l'état où l'admirable synthèse de M. Suess a poussé nos connaissances géologiques, le problème de la déformation de l'écorce terrestre ne paraît plus inabordable, et il semble qu'il suffirait de quelques données nouvelles pour autoriser la recherche d'une loi générale. Je crois pouvoir montrer que nous avons à notre disposition une de ces données nouvelles, que les Cartes géologiques contiennent, à l'état latent en quelque sorte, un document et un instrument de recherches, dont on ne s'était pas avisé de tenir compte jusqu'ici : c'est le moyen de reconstruire la Carte géologique du fond de la mer à certaines époques déterminées.

» Ces époques sont celles où la mer est venue réoccuper de grands espaces qu'elle avait abandonnés; c'est spécialement, dans le bassin de Paris et dans celui de Londres, le début des temps crétacés. Pendant la période d'émersion, les couches plus anciennes avaient été plus ou moins dénivelées, plus ou moins entamées par l'érosion; la mer, en empiétant sur ses rivages, a substitué à cette surface inégale *une plaine de dénudation marine,* sur laquelle elle a étalé ses sédiments. Il est certain qu'il n'y a pas eu, depuis ce temps, dans nos régions, de déplacements, ou au moins de déplacements relatifs, appréciables dans le sens horizontal; par conséquent, tout point où ces sédiments reposaient sur la limite de deux terrains donnés, quels qu'aient été les mouvements ultérieurs, peut être considéré comme ayant oscillé sur une même verticale; il occupe la même place sur une Carte; et, en joignant les points où actuellement les Cartes géologiques nous montrent la même superposition, on reconstruit la courbe qui limitait les deux terrains : la série de ces courbes est précisément la Carte géologique du fond de la mer crétacée.

» Or la Carte géologique du fond de la mer, et surtout d'un fond de mer récemment nivelé par l'invasion marine, permet facilement de recon-

---

[1] Sur la proposition de M. Daubrée, l'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu* de la séance.

struire l'allure des terrains en profondeur : c'est ce que savent bien tous les géologues; c'est ainsi, pour citer l'exemple le plus connu, que MM. Potier et de Lapparent, en déterminant les échantillons recueillis dans les sondages sous-marins du Pas de Calais, ont pu indiquer avec certitude les couches où devaient passer les différents tracés du tunnel projeté.

» On voit l'intérêt de la méthode : nous pouvons ainsi arrêter et fixer en quelque sorte une phase de la déformation terrestre, déterminer, en les dégageant de tous les autres, les mouvements subis par l'écorce à un moment donné, et comparer ces mouvements à l'état actuel, défini par la géologie de la surface. On peut *a priori* attendre beaucoup de cette comparaison, mais les résultats en ont dépassé mes espérances.

» J'ai fait le travail d'abord pour le Boulonnais, puis pour toute la bordure du bassin de Paris et du bassin de Londres ; je l'ai étendu ensuite, quoique moins complètement, à d'autres régions et à d'autres époques dans le midi de la France. Partout le résultat a été le même, partout on trouve que les couches ont été plissées dans l'intervalle de temps, géologiquement très court, qui sépare leur émersion du retour de la mer. Et en même temps on voit se dessiner, avec une rigueur presque mathématique, une autre conclusion : les plis ainsi formés sont *exactement* dans le prolongement des plis plus anciens reconnus dans les terrains primaires voisins; ils sont *exactement* dans le prolongement des plis plus récents reconnus dans les terrains tertiaires. La coïncidence se vérifie pour plus de trente plis distincts; elle ne peut pas être fortuite. Or on sait avec certitude que les plis des terrains primaires étaient en partie dessinés depuis l'époque silurienne; on sait aussi que les plis tertiaires n'ont pas été terminés avant le début des temps miocènes. C'est donc à presque toute la durée des temps géologiques, depuis le silurien jusqu'au miocène, que s'appliquent les conclusions : *le ridement de l'écorce terrestre se fait d'une manière continue, et il se fait toujours aux mêmes places*.

» Ces idées ont déjà été proposées et soutenues par beaucoup de géologues; on avait allégué en leur faveur beaucoup d'arguments très sérieux, mais dont aucun n'avait été suffisant pour entraîner la conviction, ni même pour oser formuler la proposition comme une loi générale. La nouvelle méthode permet de multiplier pour ainsi dire indéfiniment des preuves qui, dès maintenant, me semblent définitives et incontestables.

» Puisque les ridements se forment toujours aux mêmes places, toutes les observations faites sur des plissements d'âges différents peuvent et doivent s'ajouter en se raccordant, et elles nous permettent, dès maintenant,

de déterminer l'allure des courbes de déformation. Une remarque bien simple permet même d'étendre cette étude aux parties recouvertes par la mer; le fond des mers n'étant pas soumis à l'action des dénudations, ce sont les mouvements du sol qui en ont déterminé les inégalités: on peut, par l'étude des courbes d'égale profondeur de la mer, aussi bien que par celle des courbes de niveau d'une couche géologique quelconque, ou de celles d'une ancienne surface de dénudation, en déduire la forme et le tracé des lignes de plissements.

» Cette étude pourtant n'est pas sans difficultés : le mouvement continu de ridement n'est pas le seul qui se produise dans les couches de l'écorce. On sait, et ma méthode me montre déjà avec netteté qu'il y a en outre, en certains points, des mouvements alternatifs d'élévation et d'abaissement, des *oscillations séculaires,* comparables aux mouvements connus des côtes de Scandinavie, et tantôt élevant des dômes allongés, comme le Weald en est un exemple souvent cité, tantôt creusant des fosses profondes, comme celles qu'on connaît dans les Océans. Ce sont seulement les élargissements ou les rétrécissements de ces dômes ou de ces fosses, marqués par des rapprochements ou par des éloignements des courbes de niveau, qui peuvent déterminer le passage des courbes cherchées.

» On conçoit donc la possibilité d'arriver à un *tracé exact et continu* de ces courbes, mais ce tracé ne sera assuré qu'après une longue et sérieuse discussion. Je peux pourtant déjà annoncer sans hésitation le résultat suivant : les courbes amorcées en France et en Angleterre se poursuivent tout autour de la Terre, moins nettement pourtant à la traversée des grands Océans, et *elles forment une série de lignes ondulées, grossièrement parallèles à l'équateur.* C'est la conclusion que j'avais déjà indiquée pour les chaînes de montagnes.

» Ce résultat s'est présenté avec une telle netteté que j'ai été amené à rechercher, pour les diverses surfaces topographiques étudiées, la signification des inégalités des courbes de niveau dont je n'avais pas tenu compte, et j'ai trouvé que ces inégalités, conformément à ce que M. Hébert a montré pour les plis du bassin de Paris, se groupent *suivant des lignes exactement perpendiculaires aux précédentes.* Cette nouvelle série de déformations est en général (sauf dans les Océans) beaucoup moins accusée que la précédente.

» Elle permet d'énoncer cette règle d'une simplicité remarquable : la Terre se déforme progressivement, en se ridant suivant un réseau de courbes orthogonales, les premières circumpolaires, les secondes convergeant vers les régions polaires.

» L'étude des grandes chaînes de montagnes semble pourtant d'abord montrer quelques exceptions; on sait en effet qu'en divers points les chaînes récentes rencontrent et coupent transversalement les chaînes plus anciennes; les deux exemples les plus connus sont celui de l'Andalousie, et celui du croisement des Sudètes et des Carpathes. Mais, en étudiant de plus près la question, on voit que les deux directions qui se croisent sont là à angle droit, l'une appartenant à notre premier système, l'autre au système orthogonal, et ces exceptions apparentes amènent à dégager une nouvelle loi: la formation des chaînes de montagnes est un épisode spécial et exceptionnel de la déformation de l'écorce, correspondant bien, comme le croyait Élie de Beaumont, à une rupture plus ou moins brusque d'équilibre. Et ce qui caractérise ces épisodes, en dehors des grands déplacements horizontaux, c'est que, au lieu de suivre une courbe définie d'un des réseaux, les plissements plus accentués épousent alternativement et en zigzag des courbes de l'un et de l'autre réseau.

» Ces résultats ont été déduits l'un après l'autre, et sans idée préconçue, des données antérieurement acquises et *de la nouvelle donnée introduite*. On ne peut s'empêcher de remarquer combien ils fournissent, au point de vue mécanique, une solution satisfaisante du problème qu'on est amené à se poser dans la théorie du refroidissement. Ce problème, en tenant compte du beau Mémoire de M. Davison (¹), peut se résumer de la manière suivante : Quelle forme prendra une enveloppe sphérique de mince épaisseur ($\frac{1}{1000}$ du rayon environ), forcée de s'appuyer sans discontinuité et en tous les points sur un noyau de forme invariable?

» Ce problème ne semble pas de ceux que puisse aborder l'analyse; mais il paraît évident que, *pour une déformation très petite*, on y satisfait approximativement par un double système de ridements suivant les méridiens et suivant les parallèles, de plus en plus accentués à mesure que les couches sont plus voisines de la surface. C'est ce que fait la Terre, en corrigeant même par les oscillations séculaires ce que la solution a d'imparfait. Mais, si la déformation est trop grande, cette solution cesse de pouvoir convenir, même comme solution approchée, et la Terre en est réduite à une déformation brusque, qui doit évidemment satisfaire à la condition de diminuer dans une même mesure la longueur des différents grands cercles de la surface. Il est naturel que cette déformation se fasse suivant les lignes de moindre résistance déterminées par les mouvements

(¹) *Phil. Transactions Royal Society*, 1887, p. 231.

antérieurs, et alors elle doit épouser alternativement et en traits brisés les courbes des deux systèmes. La Terre se trouve ainsi à peu près ramenée aux conditions initiales, et la même série de faits se reproduit.

» L'étude précise des déformations de l'écorce doit certainement arriver un jour à mettre en évidence leurs rapports avec de nombreux phénomènes de la Physique terrestre et même avec les résultats des observations astronomiques. Il serait sans doute prématuré d'aborder une pareille discussion; on me permettra pourtant d'indiquer, sous toutes réserves, une double conséquence. Je crois déjà entrevoir avec une grande probabilité que les lignes de déformation s'ordonnent, non pas autour des pôles, mais à peu près *autour des pôles magnétiques*. Il y aurait là, à mes yeux, une présomption sérieuse pour croire que le magnétisme terrestre, en grande partie du moins, est le résultat de ce travail continu de déformation. De plus, on ne voit pas quelle cause autre que la rotation de la Terre aurait pu déterminer le choix des parallèles et des méridiens de déformation; leur position actuelle nous indiquerait donc les points où l'axe de rotation perçait primitivement la surface. Ces points étaient alors les sommets de l'ellipsoïde terrestre, et, même si les déformations ont modifié la place de ces sommets, il n'y a pas de raison pour qu'ils soient venus coïncider avec les pôles actuels. Ce serait alors une vérification *géodésique* qui deviendrait possible. Comme l'a dit Laplace, « la Géologie, suivie sous » ce point de vue qui la rattache à l'Astronomie, pourra, sur beaucoup » d'objets, en acquérir la précision et la certitude. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Photographies de l'étoile* Nova Aurigæ, *faites à l'Observatoire du Vatican*. Note du P. **F. Denza**.

« La *Nova du Cocher*, annoncée par un télégramme de Kiel le 2 février courant, n'a pu être observée à l'Observatoire du Vatican que le soir du 7, par suite du mauvais temps. Elle avait été trouvée dès le soir du 6, mais les nuages empêchèrent presque aussitôt de la bien observer.

» Entre 7^h et 8^h du soir du 7 février, on fit deux épreuves photographiques, dont l'une portait l'impression du réseau préparée d'avance, ainsi qu'on le pratique pour les photographies de la Carte du ciel. Pour chacune de ces deux photographies, on fit cinq poses successives: la première, de cinq

minutes; les quatre autres, par ordre, de vingt, quinze, dix et cinq secondes, en déplaçant chaque fois le cliché en déclinaison d'une fraction de millimètre, comme on le fait pour les photographies du Catalogue. Dans toutes ces poses, l'étoile resta très bien imprimée, malgré l'éclat de la lune, qui contrariait l'opération. Cela prouve que l'astre était sans doute de 5e grandeur.

» Dans les deux photographies, l'image de l'étoile n'est pas aussi nette que les images des autres étoiles qui se sont imprimées sur le même cliché et qui sont parfaitement rondes; elle présente quelque peu de flou, ce qui donnerait lieu de croire à un récent embrasement de cette étoile.

» On la distingue très clairement à l'œil nu.

» Nous avons mesuré avec la plus grande exactitude possible la position de la *Nova* sur le cliché où était l'impression du réseau, et nous l'avons aussi déterminée directement avec le micromètre, la rapportant à l'étoile BD + 30°,913 (8^m,7), qui était restée également imprimée sur l'épreuve.

» On trouva que la *Nova* suit cette étoile en ascension droite de $1^m 52^s,2$, et se trouve plus au sud en déclinaison de $9'',2$.

» Nous avons déterminé la position de l'étoile nouvelle avec l'instrument méridien, et nous avons trouvé

$$\alpha = 5^h 25^m 3^s,4, \qquad \delta = +30° 21' 42'',0. »$$

ANALYSE MATHÉMATIQTE. — *Sur les intégrales algébriques de l'equation différentielle du premier ordre.* Note de M. **Léon Autonne.**

« Lorsqu'on cherche les intégrales algébriques de l'équation différentielle ordinaire du premier ordre, la seule difficulté théorique consiste à trouver un maximum pour le degré de l'intégrale. Le reste n'est plus qu'une affaire de calculs élémentaires et de tâtonnements en nombre limité à l'avance.

» Formulée dans le langage géométrique (voir ma Note du 9 novembre 1891) dont je fais usage au cours des présentes recherches, la question s'énonce ainsi : *Trouver un maximum pour le degré n d'une intégrante algébrique indécomposable* G, *située sur une surface algébrique donnée* $\mathfrak{F}$ *de degré* N.

» J'ai résolu ce problème, dans l'hypothèse toutefois où G est dépourvue de points multiples. Cette restriction tient à ce que les formules d'Halphen, dont je fais usage, ont été démontrées par leur auteur seule-

ment à l'égard des courbes algébriques gauches dénuées de points multiples.

» Supposons, ce qui d'ailleurs est le cas général, que sur la surface $\mathfrak{F}$ de degré N :

» 1° Les $N(N^2-2N+2)$ points nodaux (voir ma Note du 9 novembre 1891) soient tous distincts;

» 2° Un nodal quelconque ne présente pas par rapport à $\mathfrak{F}$ d'autre singularité. Cette condition exclut notamment les *exposants* égaux à zéro, à ∞, à ± 1.

» Cela posé, voici le théorème :

» *Le degré n de l'intégrante algébrique irréductible* G, *sans points multiples, située sur* $\mathfrak{F}$, *ne peut dépasser le plus grand entier* [N] *contenu dans*

$$\frac{(N+1)(N+3)}{3}-\frac{2}{N+2}.$$

» Il est assez curieux que ce maximum dépende seulement du degré de la surface et non des exposants afférents aux divers nodaux.

» Soit ainsi $F(x_1, x_2, x_3, z)=0$ l'équation de $\mathfrak{F}$; la recherche des courbes G se fera par un procédé élémentaire et régulier, grâce aux formules (1), (2), (3) et (4) de ma Note du 9 novembre 1891. On prendra les deux équations de la courbe G de degré $n \leqq [N]$

$$f(x_1, x_2, x_3)=0, \qquad z=\frac{x_2\theta_1-x_1\theta_2}{f_3}$$

avec

$$\sum_i \theta_i f_i=0, \qquad f_3=x_3(\theta_{11}+\theta_{22}+\theta_{33})-\theta_3,$$

où f et θ_i sont des formes ternaires en x_i (la première irréductible) de degrés n et $n-1$ respectivement, avec

$$j, i=1, 2, 3; \qquad f_i=\frac{\partial f}{\partial x_i}, \qquad \theta_{ji}=\frac{\partial \theta_j}{\partial x_i};$$

on cherchera à disposer des coefficients des f et θ_i restés arbitraires de façon à rendre divisible par f l'expression

$$F(x_1 f_3, x_2 f_3, x_3 f_3, x_2\theta_1-x_1\theta_2).$$

» En général, le nombre a des conditions dépassera le nombre b des paramètres dont on dispose; si $a=b$ il y aura, *pour le degré choisi n*, un

nombre fini d'intégrantes algébriques G situées sur $\mathcal{F}$; si $a = b - 1$, il existera sur $\mathcal{F}$ un faisceau de courbes G, et l'équation différentielle H, représentée par $\mathcal{F}$, sera intégrée algébriquement; le paramètre resté arbitraire jouera le rôle de la constante d'intégration. Enfin on ne peut avoir $a < b - 1$; car, par un point arbitraire de $\mathcal{F}$, il ne peut passer plus d'une intégrante, et si $a < b - 1$ il en passerait au moins ∞.

» Les formules (1), (2), (3) et (4) de ma Note du 9 novembre 1891, dont je viens de faire usage, résolvent, pour un degré donné n, complètement le problème relatif à la construction de la courbe G, c'est-à-dire au calcul des coefficients; mais les courbes G peuvent aussi être obtenues par voie purement géométrique.

» Avoir toutes ses tangentes situées sur un certain complexe linéaire, telle est la propriété de définition commune aux intégrantes tant transcendantes qu'algébriques; pour les courbes G de degré n, la définition peut être précisée davantage.

» Appelons plan *central* d'un point de l'espace le plan lieu des droites du complexe issues du point. Pour avoir affaire à une courbe G de degré n, *il faut et il suffit que, par un point quelconque de l'espace, on puisse mener n plans osculateurs, les n points d'osculation étant dans le plan central du point considéré.*

» Les courbes G ont bien d'autres propriétés curieuses. En voici une, par exemple : soient, dans un plan quelconque, g la projection de G (projection conique de sommet quelconque) et h la section de la développable, ayant G pour arête de rebroussement, les nombres pluckériens relatifs aux deux courbes planes g et h *se correspondent dualistiquement.*

» Il y aurait quelque intérêt peut-être à chercher comment mon maximum du degré de l'intégrale se rattache à ceux dont M. Painlevé a signalé l'existence, sans les donner explicitement, dans sa Communication toute récente du 8 février 1892; en effet, il ne peut manquer d'exister un lien entre deux théories se rapportant au même problème.

» Par contre, on ne peut établir de rapport entre mon maximum et celui que M. Poincaré a donné à la fin de son Mémoire, paru dans le Recueil de la Société de Palerme, 1891. L'éminent géomètre traite des équations *du premier degré;* or ces dernières sont représentées par des surfaces $\mathcal{F}$ unicursales, sur lesquelles les conditions relatives aux nodaux ci-dessus énumérés ne sont pas remplies. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les déformations élastiques maximums des arcs métalliques.* Note de M. **Bertrand de Fontviolaud**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Dans l'étude du projet d'un pont ou d'une charpente métallique avec fermes en arc, il est intéressant de déterminer quelle sera la déformation élastique maximum produite dans ces fermes par les charges et les surcharges qu'elles auront à supporter. La considération des déplacements élastiques maximums permet, en effet, de se faire une idée précise du degré de rigidité d'une construction de ce genre, et c'est, sans nul doute, pour ce motif principal, que le nouveau règlement ministériel du 29 août 1891 sur les ponts métalliques prescrit aux ingénieurs de « joindre » à l'appui des projets le calcul des flèches sous l'action de la charge » permanente et sous l'action de la surcharge ».

» Nous croyons donc utile d'énoncer le théorème suivant, qui simplifie notablement la recherche des déplacements élastiques maximums en faisant connaître les points de l'arc où ils se produisent :

» *Dans un arc quelconque, de section constante ou variable, sollicité par des charges quelconques, verticales ou non, les points de la fibre moyenne dont les déplacements élastiques sont maximums ou minimums appartiennent à des sections dont les déplacements angulaires sont nuls.*

» *Si le déplacement du point considéré a lieu au-dessus de la tangente à la fibre moyenne en ce point, il est maximum quand le moment fléchissant en ce même point est négatif; minimum dans le cas contraire. Si le déplacement a lieu au-dessous de la tangente, ces conditions sont renversées.*

» La démonstration de ce théorème se déduit des formules générales relatives aux déplacements élastiques des arcs. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Relation de la perturbation magnétique du* 13 *au* 14 *février* 1892 *avec les phénomènes solaires.* Note de M. **E. Marchand**, présentée par M. E. Mascart.

« La perturbation magnétique extrêmement forte du 13 au 14 février 1892 vérifie d'une manière bien remarquable la loi générale que j'ai déduite, en 1887, des observations faites à Lyon, sur le magnétisme et les

taches et facules solaires (*Comptes rendus* du 8 janvier 1887). En effet, les observations du Soleil montrent, les 10 et 11 février, un groupe de taches très étendu, *visible à l'œil nu*, à la latitude de — 26°, suivi d'un autre groupe de petites taches à la latitude de — 18°. Les passages de ces deux groupes au méridien central ont eu lieu aux dates suivantes : 11,9 février pour le premier; 13,1 pour le second. Des facules très étendues relient d'ailleurs ces deux groupes et s'étendent encore assez loin en arrière du deuxième.

» Or la perturbation magnétique a commencé à la date du 13,2 février; c'est-à-dire immédiatement après le passage du deuxième groupe de taches.

» Ajoutons que la *région d'activité*, dans laquelle ces deux groupes se trouvent, existe depuis très longtemps à la surface solaire, mais qu'elle n'a pas toujours renfermé des taches. En juin 1891, par exemple, elle ne contenait que des facules; à d'autres retours, elle renfermait des facules et des pores.

» A chacun de ses passages au méridien central, elle a donné une perturbation magnétique : quelques-unes de ces perturbations ont été relativement fortes, par exemple celles des 17 janvier 1892, 20 novembre 1891, 24 octobre 1891, 28 septembre 1891, 29 août 1891, 3 août 1891. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur la réalisation de l'état sphéroïdal dans les chaudières à vapeur.* Note de M. A. **Witz**.

« Les explosions de chaudières par manque d'eau sont dues soit à un affaiblissement des parois résultant du surchauffement des tôles, soit à un excès de pression intérieure produit par une vaporisation violente; la première cause est vraisemblablement la plus fréquente, nous en possédons des preuves indiscutables, mais la seconde permet seule de rendre compte de certaines explosions pour ainsi dire tonnantes. Toutefois les appréciations des ingénieurs sur la genèse de ces pressions excessives sont fort différentes.

» Les travaux de Leidenfrost, Boutigny, Pouillet, Melsens, etc., ont fait connaître un état particulier de l'eau, que Boutigny a appelé l'*état sphéroïdal*, dans lequel la paroi rougie et non mouillée transmet le minimum de chaleur à l'eau, à tel point que l'évaporation semble suspendue : c'est ce phénomène qu'on fait intervenir le plus souvent pour expliquer les accidents causés par un abaissement du niveau de l'eau au-dessous de sa hauteur normale. On admet que, si une tôle vient à rougir, l'état sphé-

roïdal se produira au moment où le niveau sera rétabli, et que, par suite, la vaporisation sera presque nulle; mais, dès que la température de la paroi retombera au-dessous de 170°, l'eau mouillera de nouveau le métal et il se formera une quantité énorme de vapeur, capable de faire rompre la chaudière la plus résistante. Une légende s'est créée sur ces données, et la théorie de Boutigny est acceptée sans discussion.

» Elle paraît, du reste, confirmée par une expérience classique : une goutte d'eau est versée sur une lame décapée et polie, et, tant que la température du métal dépasse une certaine limite, le liquide garde la forme globulaire, sans s'évaporer sensiblement; une petite chaudière permet de simuler, par la projection d'un bouchon, l'explosion qui marquerait dans un générateur la fin de l'état sphéroïdal. Mais on peut se demander si les choses se passent encore ainsi quand l'eau est en grande masse par rapport à celle du métal et qu'elle occupe un volume considérable. J'ai été amené à soumettre cette question au contrôle de l'expérience.

» Il importait d'abord de déterminer l'intensité de l'évaporation avant et après l'état sphéroïdal, dans les conditions de l'expérience classique.

» On a opéré dans une large cuiller de fer, chauffée d'abord au bain-marie de mercure, puis à feu nu, dans laquelle on projetait 40gr d'eau distillée, en relevant avec soin le temps nécessaire à la vaporisation complète du liquide; voici les résultats obtenus :

Poids d'eau.	Durée de la vaporisation.	Température du métal.
	m s	
40	2, 0	141°
40	0,38	194
40	0,25	243
40	0,22	260
40	0,20	320
40	10,20	Rouge cerise.

» Ainsi, à l'état sphéroïdal, la puissance d'évaporation d'une même surface devient 31 fois moindre au rouge qu'à 320°; voilà bien le phénomène décrit dans les traités de Physique. Il est caractérisé nettement par un maximum de la puissance de vaporisation, suivi tout à coup d'une chute profonde : une courbe représenterait bien aux yeux cette succession d'effets.

» Opérons maintenant dans une chaudière et voyons comment les choses se passent. S'il y a état sphéroïdal, il sera dénoncé par ce maximum à la suite duquel l'évaporation deviendra 31 fois moindre. Par contre, s'il n'y a pas de maximum et qu'au contraire la vaporisation croisse continûment avec la température du métal, ne serons-nous pas autorisé à affirmer

que l'état sphéroïdal ne se produit pas dans les chaudières industrielles? Cette conclusion serait, dans ce cas, absolument indiscutable.

» Voici comment l'expérience a été disposée : une chaudière cylindrique, dont le fond plat circulaire mesure $3^{dcm},017$, est chauffée par le fond, à l'aide de brûleurs Bunsen, de brûleurs à air forcé, de becs oxhydriques, ou enfin de feux de coke ou de charbon de bois, de manière que l'on puisse régler à volonté l'intensité de ces foyers. Ce fond est amovible et il peut être constitué par des lames de tôle de 1^{mm} à 12^{mm} d'épaisseur. La chaudière renferme de l'eau distillée sous une hauteur de 80^{mm}; un appareil d'alimentation assure la constance du niveau du liquide et permet de mesurer avec une grande précision la quantité d'eau débitée. Je ne me suis pas occupé de la température de la tôle dans les différentes expériences, attendu que M. Hirsch a déjà fait cette détermination et qu'il a épuisé la question; mais j'ai concentré toute mon attention sur la marche des feux et sur les effets produits, au double point de vue de la nature et de la rapidité de la vaporisation. Le feu le plus intense que j'aie obtenu a été le feu de coke et d'escarbilles, alimenté d'air par un soufflet de forge; les brûleurs à gaz d'éclairage et oxygène développent moins de chaleur sur la surface totale du fond, bien qu'ils forment en certains points des dards de chalumeau extrêmement ardents.

» Les résultats de ces essais sont les suivants, sur une tôle de 12^{mm}, les seuls que nous puissions signaler dans cette Note :

Foyer.	Pression atmosphérique.	Température d'alimentation.	Quantité d'eau évaporée par mètre carré et par heure.
7 brûleurs Bunsen	745^{mm}	15°	$63^{kg},3$
» + 1 chalumeau soufflé	758	16	179,4
» + 1 chalumeau oxhydrique	758	18	200,9
» + 3 chalumeaux oxhydriq.	753	19	263,2
Feu de coke intense	760	19	433,5

» Dans ces expériences, la tôle n'a jamais rougi sous l'eau; les contacts du métal et du liquide étaient assurés par un soigneux décapage préalable; les supports de la chaudière étaient, par contre, au rouge blanc. L'évaporation est tumultueuse et bruyante, et le liquide est violemment agité en tous sens.

» Suspendons l'alimentation jusqu'à évaporation complète de l'eau, la tôle rougit aussitôt. Alimentons alors; nous sommes donc bien dans les conditions pratiques d'une chaudière ayant rougi par manque d'eau.

Foyer.	Pression atmosphérique.	Température d'alimentation.	Quantité d'eau évaporée par mètre carré et par heure.
7 brûleurs Bunsen { + 1 chalumeau soufflé... + 1 chalumeau oxhydr... }	754^{mm}	14°	$662^{kg},8$
Feu de coke intense	760	90	994,3

» Dans ces deux essais, le rouge s'est maintenu sous l'eau, en alimentant à 14°; l'alimentation chaude ne l'a même pas assombri, et l'évaporation a atteint ce chiffre colossal de 994^{kg}.

» Nous en concluons que l'effet Boutigny ne se produit pas dans les chaudières sur les tôles rougies, mais que la vaporisation est d'une activité qui mérite d'arrêter l'attention des savants et des ingénieurs. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la solubilité du phosphate tricalcique et bicalcique, dans les solutions d'acide phosphorique.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Henri Moissan.

« Pour étudier la solubilité du phosphate tricalcique et celle du bicalcique dans l'acide phosphorique, nous avons préparé une série de six solutions, mesurant toutes les volumes de 100^{cc} et contenant des proportions d'acide orthophosphorique égales à 5^{gr}, 10^{gr}, 15^{gr}, 20^{gr}, 25^{gr} et 30^{gr}. Nous dirons dès maintenant que 30^{gr} de PhO^4H^3 pour 100 marque la limite des expériences. Quel que soit le phosphate avec lequel on opère, dès que la proportion précédente est dépassée, il se dépose du phosphate monocalcique.

» *Solubilité du phosphate tricalcique.* — Les six solutions d'acide phosphorique sont saturées par le phosphate tricalcique ajouté par petites portions et jusqu'à refus. On laisse toutes les solutions en présence d'un excès de phosphate pendant vingt-quatre heures, on filtre et on ramène toutes les liqueurs au même volume; on dose ensuite la chaux à l'état d'oxalate et l'acide phosphorique avec une liqueur titrée d'urane.

» Le Tableau suivant contient les résultats de tous ces dosages :

Solutions.	Poids d'acide employé.	Phosphate dissous anhydre	Acide combiné.	Acide libre.	Phosphate monocalcique formé.
N° 1.......	5	3,85	4,95	0,05	8,05
N° 2.......	10	7,28	9,31	0,69	16,59
N° 3.......	15	9,45	10,34	4,66	19,79
N° 4.......	20	12,50	12,10	7,91	24,57
N° 5.......	25	13,79	17,65	7,35	31,44
N° 6.......	30	15,10	19,32	10,68	34,42

» La comparaison des nombres contenus dans les diverses colonnes montre que le maximum de phosphate tricalcique, converti en monocalcique, correspond à une solution renfermant 10 pour 100 d'acide phosphorique; à mesure que l'on s'éloigne de

cette proportion, le poids de phosphate dissous comparé à celui de l'acide mis en œuvre, diminue progressivement, tandis que le poids d'acide libre ou non employé suit une marche inverse et augmente dans les mêmes rapports.

» *Action de la chaleur.* — On prend 50^{cc} de chacune des solutions précédentes; on les chauffe à 100° pendant une heure. Après refroidissement, on remarque que les nos 1, 2, 3 et 4 n'ont pas donné de précipité, tandis que les nos 5 et 6 ont abandonné un dépôt cristallin de phosphate bicalcique. Ces dépôts sont séparés par le filtre et l'on détermine ensuite la quantité de chaux et d'acide phosphorique disparu sous forme de phosphate bicalcique : avec ces données, on a dressé le Tableau suivant :

	Poids de phosphate bicalcique précipité.	Poids de phosphate monocalcique décomposé.
Nos 1, 2, 3, 4...	0	0
N° 5..........	2,294	5,185
N° 6..........	3,264	5,538

» Les résultats obtenus diffèrent de ceux que l'on pouvait prévoir; il semble, en effet, que les nos 1 et 2, qui contiennent des solutions neutres, doivent être dissociés de préférence aux nos 5 et 6, renfermant de l'acide libre. Ils s'expliquent cependant, si l'on remarque que, dans les nos 1, 2, 3 et 4, la chaleur dégagée par la combinaison de l'acide libre avec l'eau ne saurait compenser le travail qu'exige le dédoublement du phosphate monocalcique en phosphate bicalcique et acide phosphorique; mais, lorsque la proportion d'acide libre est suffisante, ce qui a lieu avec les nos 5 et 6, la décomposition s'accomplit et la quantité de phosphate bicalcique croît avec l'acide libre.

» *Solubilité du phosphate bicalcique.* — Avec du phosphate bicalcique répondant à la formule $[PhO^4CaH + H^2O]$, on a saturé une série de six solutions semblables aux précédentes; sur chacune de ces solutions on a répété les dosages de chaux et d'acide phosphorique, en se plaçant dans des conditions identiques.

» Le Tableau ci-après indique les résultats obtenus :

	Poids d'acide employé.	Phosphate bicalcique anhydre dissous.	Acide combiné.	Acide libre.	Phosphate monocalcique formé.
N° 1..	5	4,30	3,101	2,899	7,60
N° 2..	10	7,15	5,155	5,845	12,30
N° 3..	15	9,30	6,706	8,290	16,00
N° 4..	20	11,86	8,552	11,450	20,40
N° 5..	25	13,40	9,662	15,338	23,00
N° 6..	30	15,10	10,888	19,112	26,00

» La comparaison de ces nombres avec ceux qu'a donné le phosphate

tricalcique montre que la solubilité du phosphate bicalcique est plus faible. Comme pour le phosphate tricalcique, cette solubilité est d'autant plus grande que la solution contient moins d'acide phosphorique libre, tandis qu'avec le phosphate tricalcique, le maximum de phosphate monocalcique formé a été obtenu avec une solution à 10 pour 100. Ici, il est atteint lorsque la liqueur renferme seulement 5 pour 100 d'acide; toutefois, le poids d'acide libre reste supérieur.

» *Action de la chaleur.* — On chauffe à 100° pendant une heure toutes les solutions prises sous le volume de 50^{cc}; elles ont donné un dépôt de phosphate bicalcique dont les diverses valeurs sont inscrites dans le Tableau ci-après. Il montre que la quantité de phosphate monocalcique décomposé va en croissant du n° 1 au n° 6 et reste inférieure à celles qu'avaient données les solutions de phosphate tricalcique.

	Phosphate bicalcique précipité.	Phosphate monocalcique décomposé.
N° 1	0,960	1,658
N° 2	1,30	2,246
N° 3	1,40	2,419
N° 4	1,60	2,764
N° 5	1,90	3,260
N° 6	2,30	3,974

» Il ressort des recherches que nous venons de mentionner que le phosphate tricalcique se dissout dans les solutions d'acide phosphorique en quantité bien plus grande que le phosphate bicalcique. La cause de cette différence semble résider dans un équilibre qui s'établit entre trois facteurs : l'eau, l'acide phosphorique et le phosphate monocalcique, et il semble que ce soit l'eau qui joue le rôle principal; elle partage son action entre le phosphate monocalcique et l'acide phosphorique, et tout dépend ensuite de la proportion des deux composés. En effet, la quantité maximum de phosphate dissous correspond à une solution renfermant 10 pour 100 d'acide; mais, si l'on augmente le poids d'acide, tout en laissant le volume des solutions constant, on diminue à la fois la quantité d'eau disponible pour la dissolution du phosphate monocalcique et partant la solubilité du phosphate employé. Lorsque les solutions contiennent peu d'acide libre, l'action de la chaleur est insensible; en effet, la chaleur de combinaison de la petite quantité d'acide qu'elles renferment ne peut pas compenser celle que nécessite le dédoublement du phosphate monocalcique; mais, si la proportion d'acide est suffisante, la réaction s'établit et se poursuit

jusqu'à la formation d'un équilibre entre l'eau et l'acide phosphorique stable à la température de l'expérience. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la stéréochimie de l'acide diacétyltartrique. Réponse à une Communication de M.* Le Bel. Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans un Travail que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie le 25 janvier, j'ai signalé à propos de l'acide diacétyltartrique quelques faits qui m'ont paru en désaccord avec la notation stéréochimique, et j'ai cité M. Le Bel parmi les auteurs de cette notation. C'est à tort, selon ce savant (*Comptes rendus*, p. 304), que « M. Colson et avant lui quelques autres » auteurs admettent que M. Le Bel prend pour base de *sa* Stéréochimie » l'hypothèse que les radicaux unis au carbone asymétrique ont leur centre » de gravité situé au sommet d'un tétraèdre régulier dont le carbone » occupe le centre. »

» D'après la suite de sa Note, la Stéréochimie de M. Le Bel est une sorte d'essai sur la cinématique chimique, tandis que la Stéréochimie telle qu'on l'enseigne est l'art d'établir des formules de constitution dans l'espace à l'aide de figures géométriques. Je sais que les règles qui président à l'établissement de ces formules ne sont pas absolument fixes. Ainsi l'on a enseigné jusqu'ici que le carbone asymétrique lui-même a la forme d'un tétraèdre régulier dont les sommets, qui ont même position relative les uns par rapport aux autres, représentent les valences. Au contraire, pour M. Guye, c'est l'édifice moléculaire lui-même qui forme un tétraèdre régulier. Dans un travail qui fit l'objet d'une Thèse soutenue en Sorbonne le 25 juin 1891, puis l'objet d'une Conférence à la Société chimique, M. Guye, concluant comme un fait d'expérience que l'on peut assimiler les radicaux à des atomes et que ces atomes sont à peu près orientés comme les quatre sommets d'un tétraèdre, M. Guye, dis-je, ajoute (*Thèse*, p. 18; *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXV, p. 154) :

» Pour une première appréciation et pour la simplicité du raisonnement, on peut, avec M. van t' Hoff, regarder ce tétraèdre comme régulier; c'est ce que je ferai dans la suite de mon travail, en tenant compte, s'il y a lieu, des réserves faites sur ce point par M. Le Bel.

» Or, une des principales réserves de M. Guye est relative à l'acétyltartrate de méthyle et, selon moi, cette réserve est cause d'une erreur

qui est de prendre pour des réalités les schémas $O-CO-CH^3$ et $CO-O-CH^3$.

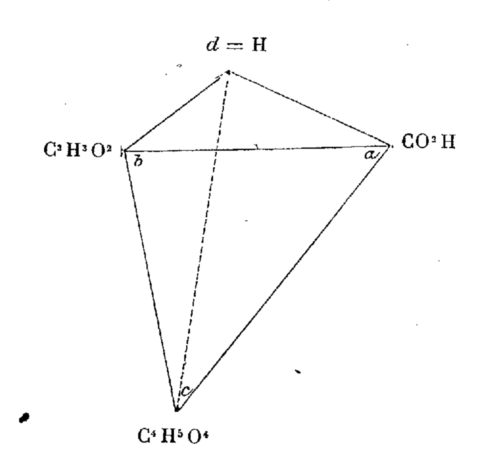
» On voit par là qu'il y a plusieurs stéréochimies. La réponse dont m'honore M. Le Bel montre, en outre, que les stéréochimistes les plus autorisés ne sont pas d'accord entre eux. M. Le Bel affirme, en effet, que M. van t' Hoff, pas plus que lui, n'admet que les quatre radicaux soient situés sur les sommets du tétraèdre. On vient de voir que M. Guye interprète M. van t' Hoff d'une façon opposée. J'ajoute que M. Guye, dont j'avais à discuter les nouvelles hypothèses, me paraît avoir choisi avec raison le tétraèdre régulier, car jusqu'ici une formule de constitution est un schéma destiné à rendre compte des faits. Tel est l'hexagone de Kékulé qui note d'une façon nette les isoméries dans la benzine. Tel paraît être, à première vue, le tétraèdre régulier. Quand ses sommets sont des points matériels différents, il a toujours un symétrique non superposable qui est son image dans une glace; mais, si deux sommets deviennent identiques, les deux formes se confondent en une seule. Or, tous les stéréochimistes admettent précisément qu'il existe toujours deux isomères quand le carbone est saturé par quatre groupes monovalents différents a, b, c, d (sommets du tétraèdre régulier) et que les isomères se réduisent à un corps unique dès que les deux radicaux deviennent identiques ([1]).

» Si, au contraire, le tétraèdre est irrégulier, le nombre des isomères devient considérable. Suivant que les sommets les plus rapprochés sont occupés par a et b ou par a et c ou par d et c, etc., on obtiendra autant de figures dissemblables qui ne correspondent à aucune forme connue. Bien plus, si le tétraèdre est irrégulier, on ne peut plus affirmer que, si la molécule renferme deux radicaux identiques, il n'y aura pas d'isomère (propriété fondamentale du carbone asymétrique).

» En un mot, le tétraèdre régulier permet de prévoir quelques propriétés, tandis que le tétraèdre irrégulier ne fait rien prévoir (surtout si c'est au carbone asymétrique qu'on attribue la forme).

([1]) M. Berthelot ayant objecté l'exemple du styrolène, M. van t' Hoff a affirmé, d'après ses essais sur le styrol brut, que M. Berthelot a expérimenté sur un corps impur (*Dix ans dans l'histoire d'une théorie*, p. 36). Mais M. Berthelot a répondu qu'il avait opéré sur du styrolène pur, volatil à température fixe et contrôlé par l'analyse élémentaire, ce qui rend illusoire toute objection systématique fondée sur l'étude d'un styrol brut, c'est-à-dire impur (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 53).

» Ceci posé, et restant entendu qu'une notation chimique correspond à des formules fixes (statiques), je me suis cru en droit de dire qu'on allège un des sommets du tétraèdre quand on lui enlève une partie des atomes qui le constituent. D'autant plus qu'en étudiant l'acide diacétyltartrique, j'espérais expliquer son pouvoir dextrogyre par la soudure d'une deuxième molécule d'acide avec perte de deux molécules d'eau. La soudure se faisant par les sommets *a* et *c* du tétraèdre, il en devait résulter une aggravation et non un allégement du sommet *a* et, par suite, une confirmation inté-



ressante des vues de M. Guye. L'expérience a démontré, au contraire, que le poids moléculaire de l'anhydride est 216 et non 432, c'est-à-dire qu'il se forme une chaîne fermée interne. Dans le cas d'une telle chaîne fermée, M. Le Bel convient que les nombreuses hypothèses à l'aide desquelles on parvient à expliquer le sens du pouvoir rotatoire sont insuffisantes, attendu que cette chaîne symbolique a pour effets : « 1° de déranger les radicaux » de leur position ; 2° de les immobiliser dans une position *particulière* alors » que primitivement ils pouvaient tourner autour d'un axe, ce qui produit » un déplacement *considérable* du centre de gravité ».

» On peut reprocher à cette façon d'envisager les formules des édifices chimiques : 1° leur manque de précision ; 2° leur tendance à considérer comme une vérité absolue ce qui n'est que formule schématique.

» Quant aux faits que j'ai avancés, M. Le Bel leur apporte une confirmation inattendue en signalant l'exemple de l'oxyde de propylène. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique de l'isopropylate de sodium.* Note de M. DE FORCRAND.

« I. En dissolutions étendues, l'alcool isopropylique et la soude ne réagissent pas. J'ai trouvé, en effet, à $+12^{\circ}$:

$C^6H^8O^2$ iso. ($1^{éq} = 2^{lit}$) + NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$) .... $-0^{Cal},05$

nombre précisément égal à la chaleur de dilution de la soude — 0,06 de $1^{éq} = 2^{lit}$ à $1^{éq} = 4^{lit}$. L'isopropylate de sodium est donc complètement détruit par l'eau pour ce degré de dilution ($1^{éq} = 4^{lit}$). Il se comporte comme les alcoolates sodiques des autres alcools monoatomiques.

» II. A la même température, j'ai obtenu, pour les chaleurs de dissolution :

	Cal	
De $C^6H^7NaO^2$ iso. sol.	+ 16,40	($1^{éq} = 4^{lit}$)
De $C^6H^8O^2$ iso. liq.	+ 3,64	($1^{éq} = 2^{lit}$)

d'où l'on déduit :

		Cal
$C^6H^8O^2$ iso. liq. + Na sol.	= H gaz + $C^6H^7NaO^2$ iso. sol.	+ 30,27
$C^6H^8O^2$ iso. liq. + NaO sol.	= HO sol + $C^6H^7NaO^2$ iso. sol.	+ 15,405
$C^6H^8O^2$ iso. liq. + NaHO² sol.	= H^2O^2 sol. + $C^6H^7NaO^2$ iso. sol.	− 1,60
C^6 sol. diam. + H^7 gaz + Na sol. + O^2 gaz	= $C^6H^7NaO^2$ iso. sol.	+108,77 (¹)

» Avec l'alcool propylique primaire, j'avais trouvé, pour ces quatre réactions :

+32,52, +17,66, +0,65, +108,65 (¹).

» III. L'étude des deux combinaisons triisopropyliques que j'ai décrites récemment comprend les déterminations suivantes :

	Cal	
Chaleur de dissolution de $C^6H^7NaO^2, 3C^6H^8O^2$	+14,47	($1^{éq} = 10^{lit}$)
» » $C^4H^5NaO^4, 3C^6H^8O^2$	+11,81	($1^{éq} = 10^{lit}$)
$C^6H^7NaO^2$ iso. ($1^{éq} = 4^{lit}$) + $3C^6H^8O^2$ iso. ($1^{éq} = 2^{lit}$)	+ 0,13	
$C^4H^5NaO^4$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + $3C^6H^8O^2$ iso. ($1^{éq} = 2^{lit}$)	− 0,08	

(¹) Ces deux nombres +108,77 et +108,65 sont calculés en prenant pour les chaleurs de formation des deux alcools les nombres +78,50 et +76,33, déduits des chaleurs de combustion récemment déterminées par M. Louguinine. Si l'on prenait l'ancien nombre $+67^{Cal}$ pour les deux alcools, on trouverait + 97,27 et + 99,56.

d'où l'on déduit

$C^6H^7NaO^2$ iso. sol. + $3C^6H^8O^2$ iso. liq. = $C^6H^7NaO^2$, $3C^6H^8O^2$ iso. sol. . $+12^{Cal},98$
$C^4H^5NaO^4$ sol. + $3C^6H^8O^2$ iso. liq. = $C^4H^5NaO^4$, $3C^6H^8O^2$ sol. . . . . $+5^{Cal},04$

soit, en moyenne, $+4^{Cal},33$ et $+1^{Cal},68$ pour chaque molécule d'alcool isopropylique fixée sur les alcoolates. On remarque, en effet, en préparant ces combinaisons, que la première est beaucoup plus stable que l'autre.

» IV. La comparaison de ces résultats donne encore

$4C^6H^8O^2$ iso. liq. + Na sol. = H gaz + $C^6H^7NaO^2$, $3C^6H^8O^2$ iso. sol. . . . . $+43^{Cal},25$

nombre supérieur à la chaleur dégagée par

Na sol. + Aq liq. = NaO en dissolution étendue + H gaz. . . . . $+43^{Cal},08$

» En outre, j'ai dissous l'isopropylate $C^6H^7NaO^2$ solide dans un grand excès (environ 80 molécules) d'alcool isopropylique liquide. Il se dégage seulement $+10^{Cal},49$ (¹). On en déduit, pour la réaction

$C^6H^7NaO^2$, $3C^6H^8O^2$ iso. sol. + $80C^6H^8O^2$ liq.
= $C^6H^7NaO^2$ iso. dissous dans $80C^6H^8O^2$ iso. liq.,

une *absorption* de $-2^{Cal},49$.

» J'ai vérifié directement que cette dissolution absorbe $-2^{Cal},78$, ce qui concorde sensiblement. Je prendrai la moyenne, $-2^{Cal},63$.

» Enfin ces nombres permettent de calculer la réaction

$80C^6H^8O^2$ iso. liq. + Na sol.
= H gaz + $C^6H^7NaO^2$ iso. diss. dans $80C^6H^8O^2$ iso. liq. . . . . $+40^{Cal},62$

dissolution qu'il est impossible d'effectuer dans le calorimètre, précisément parce qu'elle est trop lente, moins exothermique que la plupart des réactions analogues, et aussi à cause du peu de solubilité de l'isopropylate triisopropylique qui recouvre les fragments du métal d'une croûte blanche.

» V. Ces faits conduisent à plusieurs conséquences importantes :

» 1° L'action du sodium sur $C^6H^8O^2$ iso. liq. donne seulement $+30^{Cal},27$, au lieu de $+33^{Cal}$ environ avec les alcools primaires (+32,52

(¹) J'ai dû, pour ces expériences, déterminer la chaleur spécifique de l'alcool isopropylique. Elle est égale à 0,613, entre +40° et +10°, pour 1gr, soit 36,78 pour $C^6H^8O^2$ liq. (60gr).

avec l'alcool propylique). Si donc la fonction alcool primaire solide est caractérisée par le nombre $+32^{\text{Cal}}$, la valeur de la fonction alcool secondaire serait $+30,27-0,52$, soit $+29^{\text{Cal}},75$. La différence est de $2^{\text{Cal}},25$.

» L'alcool isopropylique s'écarte encore des autres alcools monoatomiques par ce fait que la dissolution de $C^6H^7NaO^2$, $3C^6H^8O^2$ iso. sol. dans un grand excès d'alcool isopropylique et endothermique $-2^{\text{Cal}},63$, tandis que la chaleur de formation de ce composé est positive et considérable $+12,98$. Il en résulte que, lorsqu'on fait agir Na sur $nC^6H^8O^2$ iso. liq., le maximum thermique a lieu pour $n=4$. Le nombre $-2,63$ doit être voisin de la chaleur de fusion de la combinaison triisopropylique. Il faut donc admettre que l'excès d'alcool isopropylique dissout simplement la combinaison cristallisée $C^6H^7NaO^2$, $3C^6H^8O^2$ iso. et qu'il ne se forme pas de combinaisons polyalcooliques liquides comme avec les autres alcoolates. On connaît d'ailleurs d'autres faits analogues. Ainsi les chaleurs de dissolution dans l'eau de $BaHO^2$ et de $BaHO^2$, $4H^2O^2$ sont $+5,1$ et $-7,1$; il en est de même pour les hydrates de strontiane $+4,8$ et $-7,5$; dans ces deux cas, les nombres $-7,1$ et $-7,5$ expriment à peu près la chaleur de fusion de l'hydrate secondaire; au contraire, les hydrates de soude donnent des chaleurs de dissolution toujours positives. On remarque, en outre, que les chaleurs de dissolution négatives des hydrates secondaires correspondent à une faible solubilité (hydrates de baryte et de strontiane), tandis que les hydrates de soude sont très solubles dans l'eau; de même, l'isopropylate de sodium triisopropylique est à peine soluble dans trente molécules d'alcool isopropylique et l'éthylate triéthylique se dissout dans deux molécules d'alcool éthylique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide tartronique et les tartronates de potasse et de soude.* Note de M. G. **Massol**.

« I. L'acide tartronique que j'ai employé est en gros prismes transparents, fondant à 155° avec dégagement d'acide carbonique. Ces cristaux sont anhydres; ils se dissolvent dans l'eau avec absorption de chaleur : (pm = 120 dans 4^{lit}) — $3^{\text{Cal}},75$.

» II. *Tartronates de potasse.* — Les chaleurs de neutralisation sont :

		Cal
$C^3H^4O^5$ (pm = 4^{lit}) +	KOH(pm = 2^{lit})	+ 13,77
$C^3H^3O^5K$ (pm = 6^{lit}) +	KOH(pm = 2^{lit}) ...	+ 12,48
$C^3H^4O^5$ (pm = 4^{lit}) +	2KOH(pm = 2^{lit})	+ 26,25

» Le sel acide est en magnifiques cristaux affectant la forme de prismes très obliques à base rhombe, sans facettes secondaires. Ils renferment une demi-molécule d'eau, qu'ils perdent à 110°. Le sel anhydre se dissout dans l'eau, en absorbant $-7^{Cal},5$.

» Le tartronate neutre de potasse est en gros cristaux anhydres, qui se dissolvent en absorbant $-4^{Cal},75$.

» III. *Tartronates de soude.* — Les chaleurs de neutralisation sont :

			Cal
$C^3H^4O^5$	$(pm = 4^{lit})$ +	$NaOH(pm = 2^{lit})$...	+13,75
$C^3H^3O^5Na$	$(pm = 6^{lit})$ +	$NaOH(pm = 2^{lit})$...	+13,65
$C^3H^4O^5$	$(pm = 4^{lit})$ +	$2NaOH(pm = 2^{lit})$...	+27,40

» La dissolution aqueuse, évaporée au bain-marie en consistance sirupeuse, se décompose partiellement en dégageant de l'acide carbonique.

» Dans l'étuve, à 100°, le sel fond, se boursoufle, puis se solidifie par le refroidissement. L'analyse du produit montre que l'acidité a diminué considérablement; il y a eu transformation partielle en glycolate.

» Le sel neutre constitue une masse cristalline très déliquescente, qui se déshydrate complètement à 110°, sans décomposition.

» La chaleur de dissolution est $-3^{Cal},00$.

» IV. Ces données ont permis de calculer les chaleurs de formation des sels solides :

					Cal
$C^3H^4O^5$ sol.	+ KOH sol.	= $C^3H^3O^5K$ sol.	+	H^2O sol...	+31,4
$C^3H^3O^5K$ sol.	+ KOH sol.	= $C^3H^2O^5K^2$ sol.	+	H^2O sol...	+23,6
$C^3H^4O^5$ sol.	+ 2KOH sol.	= $C^3H^2O^5K^2$ sol.	+	$2H^2O$ sol...	+55,0
$C^3H^4O^5$ sol.	+ 2NaOH sol.	= $C^3H^2O^5Na^2$ sol.	+	$2H^2O$ sol...	+49,07

» V. L'acide tartronique étant l'acide oxymalonique, il est intéressant de comparer les chaleurs de combinaison de ces deux acides :

	Acide malonique.	Acide tartronique.
	Cal	Cal
1er KOH................	+27,87	+31,4
2e KOH................	+20,70	+23,6
	+48,57	+55,0
2NaOH................	+41,4	+49,07

» *Conclusions.* — 1° Les quantités de chaleur dégagées par l'acide oxymalonique sont supérieures à celles que dégage, dans les mêmes conditions, l'acide malonique; 2° ce résultat est conforme à ceux que j'ai obte-

nus en comparant les acides malique et tartrique (oxysuccinique) avec l'acide succinique (¹). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Le poids spécifique des fibres textiles.* Note de M. **Léo Vignon**.

« Les fibres textiles condensent les gaz à la manière des corps poreux. Quelques-unes de ces substances se mouillent difficilement et incomplètement par l'action de l'eau à la température ordinaire; il s'ensuit qu'on ne peut employer, pour la détermination de leur poids spécifique, le voluménomètre de Regnault. La méthode du flacon, celle de la balance hydrostatique ne leur sont pas applicables dans les cas ordinaires.

» Il est important, d'autre part, de déterminer le poids spécifique des fibres textiles sans que celles-ci aient subi l'action d'une température élevée, cette température pouvant modifier leur état initial.

» D'après ces considérations, je me suis astreint à opérer à la température ordinaire : j'ai employé la méthode de la balance hydrostatique, mais en substituant à l'eau un liquide chimiquement neutre, mouillant bien les textiles. La *benzine* pure répond bien à ces conditions. En outre, par l'action du vide ou d'une pression très réduite, j'ai amené l'élimination des gaz condensés.

» Cette méthode étant appliquée avec les précautions d'usage, on obtient des résultats rapides, constants et précis.

» Si l'on dispose d'une balance hydrostatique sensible au dixième de milligramme, il suffit d'opérer sur un poids de bourre ou de fil compris entre $0^{gr},5$ et $0^{gr},6$. L'élimination des gaz condensés est facile et complète, par l'action d'une pression réduite correspondant à $H = 0^{m},050$ de mercure, s'exerçant pendant 5 à 10 minutes.

» J'ai obtenu les résultats suivants :

Poids spécifique de différents textiles.

(Déterminés à 18°, en opérant dans la benzine pure par la méthode de la balance hydrostatique, les textiles renfermant leur proportion normale d'humidité).

Fibres textiles.	Poids spécifiques.
Coton en bourre	1,50
» en fils	1,51
Laine peignée	1,30
» en fils	1,30

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 1047.

Fibres textiles.	Poids spécifiques.
Soie de France grège	1,33
» trame grège	1,32
» décreusée, 1er écheveau	1,34
» décreusée, 2e écheveau	1,34

Poids spécifique de la soie. — J'ai recherché comment variait le poids spécifique de la soie suivant les différents états techniques de ce textile.

Industriellement, la soie peut être ou *souple* (ayant perdu 4 à 5 pour 100 de son grès) ou *cuite* (ayant perdu la totalité de son grès).

» Sous ces deux états, la soie est capable d'absorber des charges organiques (tannins), ou minérales (étain), ou mixtes (tannin et étain), qui augmentent beaucoup son poids. La détermination des poids spécifiques, dans ces divers cas, en partant de la même soie initiale, conduit aux chiffres suivants :

Poids spécifiques de la soie sous ses divers états, renfermant leur proportion normale d'humidité (déterminés à la température de 18°).

» Les modifications de poids déterminées par les charges sont indiquées à partir de la soie grège initiale ; un rendement de 50 pour 100 exprime que 100gr de soie écrue initiale pèsent après la charge 150gr.

Soies.			Pour 100.	Poids spécifiques.
Soies simples.	Type non chargé	Perte	4,43	1,33
	Charge au tannin	Rendement	47,28	1,37
	Charge à l'étain	Id.	71,70	1,94
	Charge mixte	Id.	70,36	1,66
Soies cuites.	Type non chargé	Perte	25,72	1,34
	Charge au tannin	Id.	7,04	1,37
	Charge à l'étain	Rendement	58,64	2,01
	Charge mixte	Id.	32,82	1,60

» La présence du tannin n'élève que très peu le poids spécifique de la soie. Les charges métalliques l'augmentent beaucoup. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la vitalité des germes des organismes microscopiques des eaux douces et salées.* Note de M. **A. Certes**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans une Note communiquée à l'Académie le 7 novembre 1881 (1), j'ai eu l'honneur de lui signaler l'extrême vitalité des œufs d'un petit

(1) *Comptes rendus*, 7 novembre 1881 : *Sur la vitalité des germes de l'*Artemia salina *et du* Blepharisma lateritia.

Crustacé branchipode, l'*Artemia salina*, que j'ai retrouvé vivant dans des cultures de sédiments desséchés et conservés depuis plus de trois ans. Ce résultat était d'autant plus intéressant qu'il s'agissait, dans l'espèce, d'eaux à forte salure, provenant du chott Timrit, près de Boutinelli (province de Constantine).

» Depuis lors, ainsi que je l'avais annoncé à l'Académie, j'ai multiplié les cultures de sédiments d'eau douce et d'eaux salées de toutes provenances. Ces expériences, comme les précédentes ([1]), ont toujours été faites à l'abri des germes atmosphériques et avec toutes les précautions usitées en Microbiologie. Grâce à l'obligeance de mes correspondants, elles ont été continuées pendant plus de quatorze ans avec les matériaux d'étude les plus variés ([2]) et en nombre largement suffisant pour que je me croie autorisé à tirer des faits constatés un certain nombre de conclusions ([3]).

» I. Tous les sédiments mis en culture, quelles qu'aient été leur provenance et la durée de la dessiccation, ont donné, dans les conditions ci-dessus énoncées, et même pour les sédiments marins, sous de fortes pressions ([4]), des microbes variés, quelques-uns tout à fait caractérisés, comme

---

([1]) *Mission scientifique du cap Horn: Protozoaires*, t. VI; 1889.

([2]) En dehors des matériaux recueillis par moi-même, j'ai utilisé ceux qui m'ont été remis par M. A. Milne-Edwards et par le Dr Hyades et qui provenaient des expéditions du *Talisman*, du *Travailleur* et de la *Romanche* (cap Horn) ainsi que par M. Tranchant, administrateur des Messageries maritimes (Australie, Shanghai).

Des officiers de notre marine m'en ont également fourni : le commandant Touchard (Tonkin, Chine, Japon, Ceylan), le commandant Bénier (campagne du *Fabert*, Nouvelles-Hébrides, Nouvelle-Calédonie, Seychelles, île Pomotou, archipel de Santa Cruz, Djeddah, 1889), le lieutenant de vaisseau Herou (Levant). Je dois également des remerciements à mes Collègues de la Société zoologique, MM. Chaper (Cuba, côte d'Afrique, Bakou, Borneo), Dr Jousseaume (mer Rouge) et le regretté abbé Cuillieret, aumônier de la flotte, dont les derniers envois parvenus presque en même temps que la nouvelle de sa mort venaient de Tahiti (Honolulu, Papeete, Papeari) et des lacs Amers (Suez). Enfin j'ai également utilisé les précieuses ressources du laboratoire d'Arcachon dirigé par M. Viallanes et de nombreux échantillons recueillis à l'Exposition de 1889, grâce à l'obligeance des délégués de nos Colonies.

([3]) Le compte rendu détaillé de ces expériences sera publié dans les *Mémoires de la Société zoologique de France*.

([4]) *De l'action des hautes pressions sur les phénomènes de la putréfaction et sur la vitalité des micro-organismes d'eau douce et d'eau de mer* (*Comptes rendus*, 25 août 1884).

le *Spirobacillus gigas* des citernes d'Aden ([1]), par exemple, d'autres en plus grand nombre se rattachant aux espèces banales.

» II. Les cultures de sédiments marins, qu'ils proviennent de la superficie (débris, algues, sargasses) ou des grands fonds (débris, vases), ne donnent jamais d'Infusoires ciliés ni d'organismes plus élevés dans la série animale. J'aurai cependant à discuter certaines expériences dans lesquelles j'ai trouvé de très petits organismes, autres que des microbes, Rhizopodes et Flagellés.

» III. Les cultures de sédiments d'eaux douces et saumâtres et plus sûrement encore les cultures de foin, de feuilles et d'herbes desséchées, donnent toujours des Flagellés, des Ciliés et parfois des Rotifères et des Annélides. Les sédiments recueillis à l'abri de la lumière, dans des grottes profondes qui possédaient de petits lacs, m'ont donné les mêmes résultats.

» IV. Les sédiments des chotts et des lacs salés, situés à l'intérieur des terres, que j'ai eu occasion de mettre en culture après dessiccation, se comportent absolument comme ceux des eaux douces ou saumâtres. Il me suffit de rappeler ici l'exemple de l'*Artemia salina*, et, parmi les divers Infusoires qui se sont succédé, à plusieurs années de distance, dans les cultures des chotts, le *Sparotricha vexillifer* et le *Menoidium astasia* qui n'avaient été rencontrés jusqu'alors que par le savant professeur Geza Entz dans les lacs salés de la Hongrie.

» Je ferai remarquer, à cette occasion, que si les cultures de sédiments desséchés sont fertiles d'une manière générale, on ne trouve plus que des microbes et des moisissures dans les sédiments humides, longtemps conservés en cet état. Les eaux mêmes rapportées dans des flacons bien bouchés sont l'occasion de nombreux déboires. Il n'y a qu'un petit nombre d'espèces banales, parmi les Infusoires, qui résistent à des cultures artificielles indéfiniment prolongées, tandis que, dans les mêmes conditions, les Anguillules et les Acariens se montrent beaucoup plus robustes. Récemment encore je retrouvais des Acariens vivants dans des cultures datant de 1886 et dans des dépôts de terre humide recueillis au cap Horn, en 1882.

» Mes expériences sur la faune des eaux thermales sont trop récentes et ne sont pas assez nombreuses pour que je veuille en tirer des conclusions même provisoires.

([1]) *Sur un* Spirille géant *développé dans les cultures de sédiments d'eau douce d'Aden* (*Bull. Soc. zool. de France*, 23 juillet 1889).

» *En résumé*, les lois biologiques qui se dégagent de cet ensemble d'observations et d'expériences sont conformes aux prévisions de la théorie. Tout se passe de telle sorte que le repeuplement des mares, des lacs et des chotts soit assuré après comme avant les sécheresses prolongées auxquels ils sont exposés, malgré la température développée par un soleil torride et quelle que soit la composition chimique des eaux.

» Rien de pareil ne se produit pour les espèces marines ([1]) qui, d'une manière générale, n'ont jamais à subir l'épreuve de la dessiccation prolongée.

» Le microbe, qui est le facteur essentiel du cycle vital, le grand artisan des fermentations et de la putréfaction, en un mot, qui a pour rôle de ramener finalement les matières organiques à leurs principes immédiats, le microbe résiste à la dessiccation prolongée et se retrouve partout.

» Il est plus facile de constater la survie des organismes que de déterminer si elle est due à la réviviscence d'organismes adultes ou, plus simplement, à ce que les enveloppes des germes jouissent d'une résistance spéciale. La preuve d'une véritable réviviscence est cependant faite pour certaines espèces. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points de l'embryogénie de l'*Oniscus murarius *Cuv. et du* Porcellio scaber *Leach.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les observations que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie concernent plus particulièrement le développement des appendices de ces deux Isopodes et l'organe énigmatique appelé *organe dorsal* que les embryologistes ont signalé chez ces Crustacés et dont la présence a été reconnue chez plusieurs autres Édriophthalmes.

» La segmentation dans les *Porcellio* et les *Oniscus* est suivie de la formation, à l'un des pôles de l'œuf (future face ventrale de l'embryon) d'une lame blastodermique, constituée par une seule couche de cellules. Cette lame, en s'accroissant par ses bords, finit par envelopper complètement le globe vitallin ; mais, avant que ce résultat soit atteint, elle s'épaissit

([1]) L'enkystement, si fréquent chez les Infusoires d'eau douce, est exceptionnel chez les Infusoires marins. On en connaît quatre ou cinq cas dans la Science et jusqu'ici il n'a jamais été constaté que ces kystes résistent à une dessiccation prolongée.

par l'apposition de nouvelles strates de cellules et donne ainsi naissance à un véritable écusson épiblastique à éléments columnaires.

» Parvenu à ce stade, l'œuf s'allonge, et la plaque ventrale devenue elliptique se masque, suivant son grand axe, d'un sillon qui la divise en deux moitiés égales. Ce sillon est à son tour coupé, perpendiculairement à sa longueur, par des incisures parallèles qui le subdivisent en 21 bandes, au bord externe desquelles on voit bientôt apparaître un bourgeon. Ce bourgeon est le premier indice des appendices, diversement modifiés dans la suite, dont le Crustacé sera pourvu. Toutes ces bandes et tous ces bourgeons sont, à l'origine, complètement similaires; sauf toutefois la première, dont les deux moitiés sont élargies, dès l'abord, en forme de disques (disques céphaliques).

» Bientôt des différenciations se produisent dans les bourgeons segmentaires de la plaque ventrale et trois groupes peuvent être distingués : 1° un groupe antérieur ou céphalique composé de sept paires de bourgeons, en comprenant comme tels les disques céphaliques; 2° un groupe moyen ou thoracique possédant sept segments; 3° un groupe postérieur ou ventral formé des sept derniers zoonites.

» Nous considérons, avons-nous dit, les plaques céphaliques comme un premier zoonite, homologue aux suivants. De bonne heure, en effet, elles portent les cônes oculaires, d'abord non pigmentés, répartis à leur surface. C'est donc dans les *Oniscus* et les *Porcellio* un véritable membre oculifère, qui y demeure rudimentaire, contrairement à ce qu'on voit chez les Podophthalmaires, où le caractère appendiculaire de la tige oculaire est nettement accusé.

» Les six bourgeons céphaliques qui suivent donnent naissance, en se modifiant diversement : 1° aux antennes de la première paire; 2° aux antennes de la deuxième paire ou externes; 3° aux mandibules; 4° et 5° aux deux paires de mâchoires; 6° aux pattes-mâchoires.

» Les six zoonites antérieurs du groupe thoracique portent des bourgeons appendiculaires, qui s'allongent rapidement et deviennent les membres ambulatoires de cette région. Le septième segment n'est qu'indiqué, pour ainsi dire, et les appendices qu'il porte restent longtemps rudimentaires. Cet arrêt de développement du septième segment du thorax a été déjà signalé par Fritz Müller. Il a été observé chez plusieurs Isopodes. Chez certains, il persiste après l'éclosion, et l'animal ne possède, pendant un certain temps, que six paires de membres au thorax. Il peut même avoir pour conséquence la disparition complète du septième zoonite,

ainsi qu'on le constate chez les *Serolis*. Dans l'*Oniscus* et le *Porcellio*, cette réduction n'est que temporaire et, plus tard, ce zoonite et ses membres atteignent les dimensions normales. Ce développement retardé du septième zoonite thoracique provient probablement d'une influence atavique, dont on ne peut donner actuellement une explication satisfaisante.

» Le groupe abdominal a ses six premiers segments pourvus de bourgeons appendiculaires; le septième ou telson en est dépourvu.

» Parlons maintenant de l'organe dorsal de l'*Oniscus* et du *Porcellio*. Dans ces deux genres, il existe une disposition particulière des enveloppes de l'embryon qui, mal interprétée, il nous semble, a fait croire à l'existence d'un organe embryonnaire spécial dans la région dorsale.

» L'œuf possède une membrane externe, lui servant de coque, à laquelle nous conserverons le nom de *chorion*, adopté par les auteurs qui traitent de l'embryogénie des Isopodes. Au-dessous du chorion existe une deuxième enveloppe, beaucoup plus mince, qu'on a considérée comme une cuticule blastodermique, mais dans laquelle Clauss veut retrouver, avec plus de vraisemblance, l'analogue du *deutovum* décrit par Claparède chez les Acariens. Au-dessous du *deutovum*, on trouve deux feuillets membraneux très délicats qui, d'après nos observations, ne seraient autre chose qu'un sac amniotique rappelant celui qu'on rencontre chez les Insectes. Seulement ce sac amniotique n'enveloppe pas complètement l'embryon; mais, incomplètement fermé dans la région dorsale, il y forme une sorte de large ombilic, au fond duquel on voit à nu l'épiblaste de l'embryon, dont les cellules, en ce point, ont acquis plus d'épaisseur.

» C'est cette dépression ombilicale qu'on a prise, chez les *Oniscus* et les *Porcellio*, pour un organe spécial, dont la nature a exercé la sagacité des embryologistes. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Structure du système nerveux larvaire de la* Stratiomys strigosa. Note de MM. F. **Henneguy** et **A. Binet**, présentée par M. Ranvier.

« L'anatomie microscopique des ganglions composant la chaîne nerveuse sous-intestinale des Insectes a été, jusqu'ici, presque complètement négligée par les auteurs; les notions qu'on possède sur ce sujet si intéressant sont de dates anciennes; elles sont dues aux travaux de Newport et de Leydig, qui, ne disposant que d'une technique insuffisante, ne sont point arrivés à éclaircir la structure si compliquée d'un ganglion.

» Au cours des recherches que l'un de nous poursuit, avec la méthode des coupes, sur la disposition de la substance fibrillaire qui occupe, comme on sait, la partie centrale d'un ganglion nerveux d'Insecte (¹), nous avons eu l'occasion d'observer, dans le système nerveux de quelques larves de Diptères (*Stratiomys, Eristalis*) une disposition curieuse sur laquelle nous désirons appeler l'attention.

» Si l'on prend comme base de description la chaîne nerveuse de *Stratiomys*, qui présente un haut degré de concentration, on remarque que chaque ganglion est uni au ganglion voisin par une paire de connectifs très courts; chaque connectif est constitué par un faisceau de fibres qui présente, dans une partie de sa longueur, une forme à peu près cylindrique; en pénétrant dans la substance fibrillaire de chaque ganglion, le connectif ne conserve pas cette forme cylindrique; ses fibres nerveuses s'écartent et parcourent le ganglion dans plusieurs plans différents; au niveau de ce point de pénétration des connectifs se trouve une cellule à noyau très apparent et très volumineux; cette cellule occupe le centre du connectif; elle est placée à une petite distance de la cloison conjonctive qui sépare deux ganglions voisins; il existe dans chaque ganglion quatre de ces cellules, auxquelles nous pouvons donner, pour rappeler leur disposition, le nom de *cellules des connectifs*.

» De chaque cellule part un certain nombre de fibres rayonnantes, qui prennent, sur une coupe transversale, l'aspect d'une rosace dont le noyau cellulaire formerait le centre; les fibres qui rayonnent autour de ce centre ne restent pas simples : elles présentent, en certains points de leur trajet, plusieurs rameaux secondaires; ces fibres et ces fibrilles viennent se perdre dans l'enveloppe conjonctive des connectifs; les fibres nerveuses de ceux-ci passent à travers les espaces laissés libres par les fibrilles rayonnantes.

» La cellule des connectifs et ses fibres ne sont point contenues dans un même plan; des coupes pratiquées dans le sens horizontal et dans le sens longitudinal montrent avec une grande netteté que la cellule dirige ses prolongements fibrillaires vers la cellule qui lui fait vis-à-vis dans le ganglion voisin; l'ensemble représente assez bien une cupule dont le fond serait occupé par la cellule, dont la concavité serait tournée vers la périphérie du ganglion, et dont la surface serait formée par les fibres rayonnantes.

(¹) A. Binet, *Société de Biologie*; 25 juin, 9 juillet et 20 novembre 1891.

» Nous ne sommes point encore fixés sur le rôle joué par cet élément nouveau; ses réactions en présence de matières colorantes semblent démontrer qu'il est de nature conjonctive; on peut en effet obtenir des préparations où les colorations sont suffisamment électives pour intéresser seulement la cellule des connectifs et la membrane conjonctive du ganglion, tandis que les fibres nerveuses des connectifs et de la substance ponctuée restent incolores. On peut considérer cette cellule comme représentant une membrane perforée à travers laquelle passent les fibres du connectif.

» Il existe dans d'autres régions du ganglion nerveux de *Stratiomys*, et aussi dans les ganglions d'autres types d'Insectes, un grand nombre de cellules conjonctives, de grande dimension et à noyaux très apparents; mais nous n'avons pas réussi à constater l'existence de fibrilles partant de ces cellules; des recherches ultérieures sont donc nécessaires pour fixer la relation exacte de ces éléments divers avec la cellule des connectifs.

» Nous décrirons, dans une Communication ultérieure, la destinée de la cellule des connectifs dans la pupe et dans l'imago de la *Stratiomys* (¹). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la nutrition dans le diabète.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans une Note précédente (²), j'ai montré que les hydrates de carbone ingérés à l'état d'amidon ou de glucose sont convertis dans l'organisme en graisses avec dégagement d'acide carbonique, et que ce dégagement peut servir de mesure à la quantité de glucose ainsi transformé. Il était intéressant de voir si l'on obtiendrait un pareil dégagement d'acide carbonique chez les glycosuriques. J'ai pu soumettre à cette expérience deux diabétiques.

» Le premier, pesant 83^{kg}, éliminait en moyenne 300^{gr} de glucose en vingt-quatre heures par ses urines ; son quotient respiratoire à jeun était 0,78. Après un repas de 1^{kg} de pommes de terre, ce quotient devint 0,74 ; 0,72 ; 0,82. Dans les six heures qui suivirent le repas, il élimina, par les urines, 400^{gr} de sucre environ.

» Le deuxième individu, pesant 72^{kg}, soumis au régime antidiabétique, rendait des quantités de glucose beaucoup plus faibles : 90^{gr} par jour environ. Son quotient

---

(¹) Travail du laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

(²) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 371.

respiratoire, qui était de 0,71, à jeun, s'éleva à 0,83 après un repas de pommes de terre. Celui-ci n'avait donc pas encore entièrement perdu la faculté d'assimiler le glucose, mais cette faculté était infiniment plus faible que chez l'individu sain. Il est à remarquer que ces deux individus étaient des diabétiques gras.

» Le diabète glycosurique est donc constitué par la non-transformation du glucose en graisse ; le malade est privé de l'un de ses deux modes de formation des graisses dans l'organisme. Si, en outre, une altération du suc pancréatique s'oppose à l'absorption des graisses en nature, la consomption arrive rapidement et le diabète maigre est constitué.

» Le dosage du glucose dans l'urine ne suffit pas pour apprécier l'état d'un diabétique ; cette quantité varie en effet avec l'alimentation, et elle ne nous renseigne que sur les accidents que peut amener la saturation plus ou moins grande de l'organisme en glucose. Au contraire, les variations du quotient respiratoire avant et après un repas composé de féculents nous fournissent une mesure exacte de la quantité de glucose utilisée par le malade, et nous donnent par conséquent une mesure de son pouvoir glycolytique total.

» Ainsi, on peut voir par les nombres que j'ai rapportés plus haut que le premier malade avait un quotient respiratoire identique avant et après le repas, c'est-à-dire que, chez lui, le diabète était total et la glycolyse nulle. Le second, au contraire, présentait un léger accroissement d'acide carbonique après le repas et, par conséquent, utilisait encore une faible partie du glucose absorbé.

» On sait que, chez les glycosuriques, l'antipyrine a la propriété de diminuer l'excrétion du glucose, l'alimentation restant la même. J'ai étudié, chez le premier malade, la variation du quotient respiratoire après l'avoir soumis à une dose de 4^{gr} d'antipyrine par jour. Voici les résultats obtenus :

	Quotient respiratoire	
	à jeun.	après un repas de pommes de terre
Avant le traitement	0,78	0,75
Après 4 jours d'antipyrine	0,76	0,78
» 6 »	0,80	0,79

» On voit que l'antipyrine n'agit pas en rétablissant la fonction glycolytique normale. Je me propose de rechercher ce que devient dans ce cas l'amidon ingéré.

» La mesure du quotient respiratoire est une opération délicate exi-

geant des appareils précis et une grande patience de la part du malade et de l'expérimentateur. Si l'on se rappelle que nous avons démontré précédemment que la ventilation croît avec la quantité d'acide carbonique exhalé, on voit que, après le repas, il y aura, chez l'individu sain, accroissement de ventilation occasionné par le dégagement de CO^2 qui accompagne la transformation du glucose en graisse. Le maximum de ventilation a lieu environ deux heures après le repas. Chez les diabétiques, l'accroissement de ventilation varie avec le pouvoir glycolytique, ainsi que le montrent les nombres suivants :

	Nombre de litres d'air expiré en une heure	
	avant le repas.	après un repas de féculents.
Chez l'homme sain (moyenne de quatre heures).	306	432
» deux heures après le repas..	306	508
Chez le diabétique (moyenne de trois heures)..	387	428
» deux heures après le repas..	387	401

» On voit combien varie, de l'homme sain au diabétique, l'accroissement de la ventilation avant et après le repas. Cette détermination, facile à exécuter, peut fournir à la clinique un renseignement précieux, plus utile pour l'étude de la marche de la maladie que le dosage du glucose dans l'urine. »

ECONOMIE RURALE. — *Recherches sur l'effeuillage de la vigne et la maturation des raisins*. Note de M. **A. Muntz**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« L'habitude d'effeuiller la vigne quelque temps avant la vendange, dans le but d'activer ou de compléter la maturation du raisin, existe dans certaines régions viticoles, et particulièrement dans le sud-ouest et dans l'est de la France. Cet effeuillage se pratique ordinairement sur les feuilles qui ombragent le raisin, c'est-à-dire celles qui se sont développées sur les parties inférieures des ceps. La proportion qu'on en enlève atteint 20, 25 et même 30 pour 100 de la totalité des feuilles. J'ai cherché, par des expériences directes, si cet effeuillage est basé sur une interprétation judicieuse des faits, ou s'il constitue une de ces pratiques qui se transmettent de génération en génération dans les usages des agriculteurs, sans qu'une observation rigoureuse en ait démontré l'utilité.

» Si, d'un côté, l'action directe des rayons solaires sur le raisin, la circulation plus facile de l'air, la dessiccation plus rapide des eaux météoriques condensées sur la grappe, effets produits par l'effeuillage, peuvent être favorables au développement des grains, on peut se demander si, à l'époque où l'accumulation des matières sucrées dans le raisin doit se produire, l'ablation d'une forte proportion de feuilles, ayant encore toute leur vitalité et dont la fonction prédominante est précisément l'élaboration de la matière sucrée, n'est pas plus nuisible qu'utile. Déjà quelques essais ont paru confirmer cette dernière manière de voir (1).

» Mes observations ont été faites dans le vignoble des Vergnes et Beaulieu (Gironde), dans lequel l'effeuillage est pratiqué de temps immémorial et regardé comme indispensable à la maturation.

» Dans ce vignoble, d'une contenance de 200 hectares environ, la vigne, constituée exclusivement par des cépages français, est défendue depuis plus de dix ans au moyen du sulfocarbonate de potassium, suivant le procédé dû à J.-B. Dumas. La vigne est pleine de vigueur et donne d'abondantes récoltes.

» J'ai choisi, dans ce vignoble, des surfaces présentant une végétation uniforme et un même degré de maturation. L'analyse des raisins a été faite environ quinze jours avant la vendange et, en même temps, l'effeuillage a été pratiqué sur un certain nombre de pieds. Pendant la durée des observations, le temps s'est maintenu au beau d'une façon presque constante et l'influence directe des rayons solaires a pu produire tout son effet sur les plants effeuillés. Au moment de la vendange, les raisins ont de nouveau été examinés. Voici quelques-uns des résultats observés :

	Malbec (Côte rouge).			Merlot.		
	2 octobre.	13 octobre.		2 octobre.	13 octobre.	
	Avant l'effeuillage.	Pieds non effeuillés.	Pieds effeuillés.	Avant l'effeuillage.	Pieds non effeuillés.	Pieds effeuillés.
Densité du moût (Baumé)......	9°,20	12°,3	10°,0	8°,8	11°,4	9°,0
Glucose p^r^ 100^cc^..	16gr,35	22gr,78	17gr,48	15gr,19	19gr,93	15gr,37
Acidité par litre.	7gr,96	5gr,31	6gr,02	7gr,08	5gr,31	6gr,73

» Dans ces expériences, l'effeuillage a donc eu un résultat très défavorable; les raisins des plants effeuillés sont restés acides et ne se sont presque pas enrichis en sucre : ils ont donné un vin peu coloré et de qualité très inférieure. Cette action de l'effeuillage, pratiqué d'ailleurs dans

(1) Muller, *Bot. Centralbl.*, t. XXVII, p. 116; A. Lévy, *Ann. agr.*, t. VI, p. 100; t. VII, p. 230; C. Saint-Pierre et Magnien, *Ann. agr.*, t. IV, p. 161.

des conditions normales, ne peut être mieux comparée qu'à une attaque tardive de mildew, qui a également pour résultat de supprimer le travail d'une partie des feuilles.

» Il faut, d'ailleurs, faire remarquer que les feuilles qu'enlèvent les viticulteurs sont des feuilles adultes, qui n'ont plus besoin d'élaborer de matériaux pour leur propre accroissement, et qui disposent, en faveur du grain, de la matière sucrée produite dans leurs tissus.

» Ces constatations s'appliquent à l'année 1891 où l'automne a été relativement sec. Dans ces conditions, l'effeuillage me semble devoir être abandonné; mais, dans une année pluvieuse, où l'eau reste adhérente à la grappe et peut provoquer la pourriture, les résultats eussent pu être différents. Avant de condamner l'effeuillage d'une façon définitive, j'aurai donc à l'étudier dans d'autres conditions climatériques. Cependant, les résultats rapportés plus haut montrent que, lorsque cette pratique est reconnue nécessaire, elle ne doit s'exercer qu'avec plus de modération que n'en mettent les viticulteurs.

» Le but principal qu'on poursuit par l'effeuillage paraît être l'action directe des rayons solaires sur les grains de raisin. J'ai voulu étudier cette action, indépendamment de l'ablation des feuilles, tant au point de vue de l'élévation de la température des grains, lorsque les feuilles ne leur servent plus d'écran, qu'à celui des modifications qui se produisent sous cette influence dans la composition du moût. Les observations qui ont été faites sur ce sujet ont montré :

» 1° Que, par les temps couverts et pendant la nuit, la température des grains est très sensiblement égale à celle de l'air ambiant;

» 2° Qu'au soleil, les grains s'échauffent rapidement et atteignent une température supérieure de 15° à 20° à celle des grains restés à l'ombre des feuilles;

» 3° Que l'échauffement des grains est d'autant plus grand que la pellicule est plus colorée, les raisins rouges ayant toujours, au soleil, une température plus élevée de plusieurs degrés que les raisins blancs;

» 4° Que l'élévation de la température du grain ne paraît pas augmenter la richesse saccharine; en effet, les raisins blancs, dont l'échauffement est sensiblement inférieur à celui des raisins rouges, m'ont donné constamment une richesse saccharine supérieure à celle de ces derniers. En outre, en prenant dans un certain nombre de grappes de raisins rouges, d'un côté les grains exposés au midi et recevant le maximum de rayons solaires, et de l'autre, sur les mêmes grappes, les grains exposés au nord et rece-

vant le minimum de rayons solaires, je n'ai point trouvé de différence dans la richesse saccharine du moût.

» En étudiant la respiration des grains à diverses températures, j'ai, d'ailleurs, constaté qu'à celle de 39° qu'atteignent souvent les raisins au mois d'octobre, la quantité d'acide carbonique produit est environ cinq fois plus grande qu'à celle de 17°. Il y a donc, dans les grains plus chauds, une cause notable de destruction de la matière sucrée.

» Ces diverses observations permettent de dire que l'élévation de la température des grains, due à l'action directe des rayons solaires, n'est pas une cause d'enrichissement en sucre.

» En répétant ces observations sur la proportion des acides du raisin, les résultats ont été différents, et j'ai constamment remarqué que, dans les grains échauffés par l'accès des rayons solaires, la proportion d'acide diminuait sensiblement. Voici un exemple de ce fait :

	Moût des raisins	
	mûris au soleil.	mûris à l'ombre.
	gr	gr
Glucose pour 100cc	17,96	17,96
Acidité par litre	4,96	5,66

» M. Pasteur avait déjà observé que la lumière directe du soleil a une action pareille sur le vin.

» Cet effet doit être regardé comme utile dans les régions où la maturation est souvent tardive ou incomplète, et où le vin garde alors une quantité d'acide qui le rend de qualité inférieure. »

PHYSIOLOGIE. — *Remarques sur une Communication récente de M. J. Passy, concernant les minimums perceptibles de quelques odeurs.* Note de M. **Charles Henry**.

« Les nombres que cite M. J. Passy ne représentent pas, comme il le dit, les poids de vapeur existant, d'après moi, dans 1cc d'air, lors de la sensation minima, mais les poids qui ont passé *successivement* dans 1cc d'air lorsque cette sensation se produit : ce qui est bien différent (1).

(1) « J'ai considéré le minimum perceptible de l'odeur comme le poids de vapeur qui a passé successivement du réservoir dans le tube de l'olfactomètre divisé par le volume total parfumé. » (*Comptes rendus*, 20 avril 1891.)

» L'objection sur le minimum perceptible de l'éther de mon sujet D, qui serait supérieur à la quantité maximum de vapeur qui peut être contenue dans 1^{cc} d'air saturé à la température de l'expérience, n'est donc pas fondée.

» Si l'on appelle P_0 le poids qui a passé successivement du réservoir d'odeur dans le tube de l'olfactomètre, p le poids absorbé par les narines, n le nombre des inspirations, r le rapport du volume d'air et de vapeur odorante absorbé à chaque inspiration au volume moyen du tube, rapport variable suivant les sujets et suivant l'odeur, j'ai montré (*Comptes rendus*, 20 avril 1891) qu'on a

$$p = \frac{P_0 n r}{3}.$$

» Pour obtenir un minimum perceptible, conforme à la définition de M. J. Passy, il faudrait diviser p par le volume mal déterminé v des cavités nasales et autres dans lesquelles se diffuse l'odeur. Dans l'expérience de mon sujet D, $P_0 = 49800$ millièmes de milligramme; $n = 40$; $r = 0{,}008$; pour rendre la démonstration plus frappante, posons $v = 10^{cc}$, nombre certainement trop petit, nous obtenons $\frac{p}{v} = 697{,}2$ millièmes de milligramme environ, la moitié à peu près du poids de vapeur qui sature 1^{cc}. D'ailleurs, il y a eu, dans ce cas, anesthésie provenant de ce que le sujet est éthéromane.

» Les nombres que j'ai obtenus jusqu'ici ne sont évidemment que des limites supérieures, car j'ai dû négliger, dans les calculs, les valeurs successives de la pression de la vapeur odorante dans l'intérieur du tube et le coefficient de diffusion de l'odeur : deux facteurs qui supposent la connaissance des densités de vapeur des parfums. Les méthodes classiques étant inapplicables à ces corps qui sont, en général, des combinaisons instables de corps très peu volatils, j'ai dû rechercher une nouvelle méthode dont j'étudie en ce moment l'application aux odeurs. J'espère être prochainement en état de faire les corrections nécessaires.

» Quant au procédé de M. Passy, peut-être me sera-t-il permis de faire les remarques suivantes : 1° Il est impossible, par un flacon, si grand qu'il soit, et par des gouttes de petitesse quelconque, d'atténuer l'odeur de l'alcool sans atténuer autant l'odeur du parfum; 2° les faits de dissociation, dans les cas de solutions étendues ou de vapeurs sous faible pression, sont fréquents; j'ai pu rendre sensibles des changements d'odeur pour les vapeurs très diluées d'éther, de wintergreen, etc. : l'éther prenant l'odeur de vanilline; le wintergreen, l'odeur de pomme, etc.; 3° l'alcool, selon la nature très diverse de ses impuretés inévitables (éthers, huiles empyreumatiques, etc.), agit très différemment et d'une manière

inconnue sur les essences; 4° l'alcool, même supposé pur (ce qui est impossible), agit d'une manière différente suivant la fonction chimique des composants de l'essence, composants qui, dans le cas de la menthe et du romarin, sont imparfaitement connus ([1]); 5° enfin la condensation des vapeurs par le verre, bien connue depuis les expériences de Regnault, détermine surtout, sur les parties supérieures du flacon (le fond ayant été légèrement chauffé), la production de gouttelettes émettant dans le nez de l'opérateur des vapeurs à une tension plus ou moins voisine de la tension maximum. Cette cause d'erreur est suffisante pour expliquer les nombres singulièrement petits qu'a obtenus M. J. Passy. »

M. J. **Mazzarella** adresse une Note « Sur la constitution des fonctions de variables réelles ».

M. A. **Basin** adresse une Note relative à « La traversée du détroit du Pas de Calais en tunnel dans la mer » et deux autres Notes concernant diverses questions de Mécanique appliquée.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 février 1892.

De la mesure du temps et réglage des montres et horloges, par M. J. Mayette. Lyon, Pitrat aîné, 1890; in-8°. (Présenté par M. Janssen.)

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon, t. X, 1891. Lyon, H. Georg; Paris, G. Masson, 1891; in-8°.

Société des ingénieurs civils. Annuaire de 1892. Paris, 1892; in-8°.

([1]) Pour les raisons 2°, 3°, 4°, on ignore, dans ce procédé, à quel corps on a affaire.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. Volume supplémentaire : *Centenaire de la fondation de la Société.* Genève, 1891; in-4°.

L'identité entre les lois de Pflüger et celles de Brenner, prouvée par ma découverte de la double polarisation, par VIRGILIO MACHADO. Lisbonne, 1892; broch. in-8°.

Bulletin of the United States geological Survey, n°s 62, 65, 67 à 81 inclus. Washington, 1892; in-8°.

Tenth annual Report of the United States geological Survey to the secretary of the Interior, 1888-89, by J. W. POWELL, director. Part I : *Geology;* Part II : *Irrigation.* Washington, 1890; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 1er février 1892.)

Note de M. *E. Phragmén,* Sur une extension du théorème de Sturm :

Page 206, ligne 25, *au lieu de* $G(z), F'(z)$, *lisez* $G(z)F'(z)$.
Page 208, ligne 3, *au lieu de* $F(z)$, *lisez* $F'(z)$.

(Séance du 8 février 1892.)

Note de M. *Raoult,* Sur la détermination du point de congélation des dissolutions aqueuses très diluées; application au sucre de canne :

Page 270, ligne 6, *au lieu de* sans le toucher, *lisez* cette toile métallique, roulée en spirale lâche, enveloppe le réservoir du thermomètre, sans le toucher. »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 FÉVRIER 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur une équation différentielle relative au calcul des perturbations*. Note de M. F. TISSERAND.

« Il s'agit de l'équation

$$\frac{d^2x}{dt^2} + x(q^2 + 2q_1 \cos 2t) = 0, \tag{1}$$

qui a été considérée pour la première fois par Lagrange et a joué aussi un rôle important dans les travaux récents, notamment dans ceux de M. Gyldén et de M. Lindstedt. L'intégrale générale peut être mise sous la forme

$$x = x_0 f(t) + x'_0 \varphi(t),$$

en désignant par $f(t)$ et $\varphi(t)$ deux séries convergentes ordonnées, la première suivant les puissances paires de t, la seconde suivant les puis-

sances impaires; mais on peut aussi l'exprimer d'une manière beaucoup plus commode pour les applications, savoir

$$x = \sum_{i=-\infty}^{i=+\infty} \eta_i \cos(\varpi + 2it), \tag{2}$$

où l'on a

$$\varpi = ht + c;$$

c et η_0 sont les deux constantes arbitraires. Les rapports $\frac{\eta_{\pm i}}{\eta_0}$ sont des fonctions connues de q et q_1, et la constante h est déterminée au moyen de q et q_1 par la relation

$$\cos h\pi = \frac{f(\pi)}{f(0)}. \tag{3}$$

» Il est important de savoir si la valeur absolue de $\frac{f(\pi)}{f(0)}$ est < 1 ou > 1; car, dans le premier cas, h sera réel, et l'orbite déterminée par l'équation (1) sera stable. Dans le second cas, h sera imaginaire, de la forme $k + k'\sqrt{-1}$, où k désigne un nombre entier; les divers termes de l'expression (2) contiendront les exponentielles $e^{\pm k'\pi}$ en facteur, et l'orbite sera instable.

» Pour calculer $\frac{f(\pi)}{f(0)}$, on peut poser

$$f(t) = X_0 + X_1 q_1 + X_2 q_1^2 + \ldots,$$

et déterminer les quantités $X_0, X_1, \ldots$, qui sont des fonctions paires de t, par les équations

$$\left\{\begin{array}{l} \frac{d^2X_0}{dt^2} + q^2 X_0 = 0, \\ \frac{d^2X_1}{dt^2} + q^2 X_1 + 2X_0 \cos 2t = 0, \\ \frac{d^2X_2}{dt^2} + q^2 X_2 + 2X_1 \cos 2t = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right. \tag{4}$$

» On trouve ainsi

$$\left\{\begin{array}{l} X_0 = \cos qt, \qquad X_1 = \frac{\cos(q+2)t}{4(1+q)} + \frac{\cos(q-2)t}{4(1-q)}, \\ X_2 = \frac{\cos(q+4)t}{32(1+q)(2+q)} + \frac{\cos(q-4)t}{32(1-q)(2-q)} - \frac{t \sin qt}{4q(1-q^2)}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right. \tag{5}$$

» On obtient ensuite, en calculant $f(0)$ et $f(\pi)$, et portant dans la formule (3),

$$(6)\quad \begin{cases} \cos h\pi = \cos q\pi\left[1-\dfrac{\pi^2}{32q^2(1-q^2)^2}q_1^4+\ldots\right] \\ \qquad + \sin q\pi\left[-\dfrac{\pi}{4q(1-q^2)}q_1^2+\dfrac{15q^4-35q^2+8}{64q^3(1-q^2)^3(2^2-q^2)}q_1^4+\ldots\right]. \end{cases}$$

» Si la quantité q_1 est assez petite et si q n'est pas égal à un nombre entier, le second membre différera peu de $\cos q\pi$; il sera donc inférieur à 1 en valeur absolue, et h sera réel. On est conduit ainsi à voir ce qui arrive lorsque q est entier; dans ce cas, quelques-uns des dénominateurs des formules (5) et (6) s'annulent, et ces formules doivent être remplacées par d'autres que l'on obtiendra en intégrant de nouveau les équations (4), après y avoir attribué à q sa valeur entière; il y aura un changement dans la forme analytique de X_i, à partir d'un certain rang, et l'on évitera les dénominateurs nuls.

» Supposons $q > 4$; la formule (6) donnera, à cause de $\sin q\pi = 0$ et $\cos q\pi = (-1)^q$,

$$\cos h\pi = (-1)^q\left[1-\frac{\pi^2}{32q^2(1-q^2)^2}q_1^4+\varepsilon q_1^6+\varepsilon' q_1^8+\ldots\right].$$

» Si q_1 est assez petit, le terme en q_1^4 donne son signe à l'ensemble des termes qui suivent 1, $\cos^2 h\pi$ sera < 1, et h réel. On voit aisément qu'il en est encore de même pour $q = 4$.

» Reste à examiner les valeurs 1, 2, 3 de q.

» J'ai trouvé, pour $q = 1$,

$$f(t) = \cos t + q_1\left(\frac{\cos 3t}{8}-\frac{t\sin t}{2}\right) + q_1^2\left(\frac{\cos 5t}{192}-\frac{3\cos 3t}{16}-\frac{t\sin 3t}{16}-\frac{3t\sin t}{16}+\frac{t^2\cos t}{8}\right)+\ldots;$$

d'où

$$\frac{f(\pi)}{f(0)} = -1-\frac{1}{8}\pi^2 q_1^2-\ldots < -1;$$

donc h est imaginaire. En faisant $h = 1 + h'$, on a

$$1-\frac{h'^2\pi^2}{1.2}+\ldots = 1+\frac{1}{8}\pi^2 q_1^2+\ldots,$$

$$h' = \frac{\sqrt{-1}}{2}q_1+\ldots,\qquad h = 1+\frac{\sqrt{-1}}{2}q_1+\ldots.$$

» J'ai trouvé, en poussant plus loin les calculs,

$$h = 1 + \frac{\sqrt{-1}}{2}\left(q_1 - \frac{15}{128}q_1^3 + \frac{9719}{294912}q_1^5 - \ldots\right).$$

» Pour $q = 2$, j'ai obtenu

$$\frac{f(\pi)}{f(0)} = \cos h\pi = 1 + \frac{5}{4608}\pi^2 q_1^4 + \ldots;$$

h est encore imaginaire.

» Enfin, pour $q = 3$,

$$\frac{f(\pi)}{f(0)} = -1 + \frac{\pi^2}{18432}q_1^4 - \ldots;$$

h est réel. Voici donc la conclusion à laquelle j'arrive :

» Si q_1 est suffisamment petit, h est imaginaire pour $q = \pm 1$ et $q = \pm 2$, et réel pour toutes les autres valeurs entières de q.

» On peut vérifier les résultats précédents en déterminant h, non plus par l'équation (3), mais par la formule suivante, due à M. Lindstedt,

$$q^2 - h^2 = \psi(h) + \psi(-h),$$

où l'on a posé

$$\psi(h) = \cfrac{\cfrac{q_1^2}{q^2 - (h+2)^2}}{1 - \cfrac{\cfrac{q_1^2}{[q^2-(h+2)^2][q^2-(h+4)^2]}}{1 - \cfrac{\cfrac{q_1^2}{[q^2-(h+4)^2][q^2-(h+6)^2]}}{1 - \ldots}}}\text{ »}$$

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe du* 8 *juin dernier dans le département de Lot-et-Garonne;* Note de M. **Faye**.

« Je dois à l'obligeance de M. L. Philippe, Directeur au Ministère de l'Agriculture et membre du Conseil de l'Observatoire, la connaissance d'une trombe qui a sévi dans la vallée du Lot, aux abords de Sainte-Livrade, le 8 juin dernier, et dont la relation a été adressée au Ministre par l'Ingénieur des Ponts et Chaussées, M. Vivier. Cette relation m'ayant

paru de nature à intéresser l'Académie, j'en extrais les passages les plus caractéristiques :

» Il y avait eu quelques orages à Agen le 4, le 6 et le 7 juin. Le 8, jour de la trombe, le temps était simplement pluvieux ; le baromètre était fixé à 750mm, tandis que le vent soufflait de ouest-nord-ouest, force (1). Le 10, le temps se remit à l'orage pour tourner au beau, qui dura ensuite 13 jours. Le 8, au soir, le baromètre remonta rapidement de 8mm.

» Il nous parut que le tourbillon a pris naissance sur le coteau du Puiel, à 110m au-dessus de la plaine du Lot. Sa trace rectiligne était dirigée vers le sud-est. Il est fort probable qu'un nuage renfermant dans sa masse une énergie quelconque [1] très intense a pris contact avec le sol par cette énorme pointe, et qu'il s'en est détaché le nuage qui a apparu comme une fumée blanchâtre, un peu plus haute que large, d'une dizaine de mètres de diamètre, nuage qui a bondi au-dessus des pruniers de la plaine du Lot, entre le Pech de Fervignac et le chemin d'intérêt commun n° 25, comme nous le verrons bondir un peu plus loin du second plateau de cette même vallée sur le premier, et s'est abattu sur le sol sur le bord opposé dudit chemin. Nous avons en effet observé, dans une pièce de blé riveraine, et où les tiges étaient très élevées, puisque la moisson se fait dès les premiers jours de juillet, que le blé était couché suivant un cercle de 12m de diamètre et enchevêtré comme cela se produit par l'action d'un tourbillon.

» Ce cercle de 12m de diamètre est le point initial des effets de la trombe, car à droite et à gauche on trouve les deux premiers pruniers arrachés, et la distance entre ces deux pruniers, mesurée normalement à la direction de la trombe, est de 30m.

» Sur le bord opposé du chemin, où pousse de la vigne en cordons, il n'y avait pas la moindre tige brisée ou même penchée.

» A partir de ce cercle, on ne trouve plus qu'un sillon de 1m à 1m,50 de largeur, dans les nombreuses pièces de blé traversées ou les prés de la partie basse de la plaine : le tourbillon effleurait le sol et le vent produit arrachait les arbres.

» Où le phénomène a été mieux observé, c'est aux abords du village de Lamothe et par M. Salesse fils, qui s'était abrité sous un hangar pendant la pluie. Il a vu passer le nuage tourbillonnaire à une quarantaine de mètres environ. Au niveau du sol il avait la couleur d'un nimbus dans lequel paraissaient se produire le ronflement et au-dessus des vapeurs blanchâtres tourbillonnaient. Nous ajouterons que ce jeune homme s'est placé en arrière du tourbillon et a pu le voir s'éloigner en ligne droite, traversant diagonalement la plaine du Lot, se dissiper après la traversée de la route nationale n° 111, et manifester simplement son passage par une agitation violente du sommet des arbres d'un petit bois existant à peu près à mi-côteau.

» Les croquis qui accompagnent cette Note indiquent les changements de forme du tourbillon. On est étonné de l'extraordinaire force qui existait dans la base à peu près

[1] Nous ne pouvons dire une énergie électrique, parce qu'aucun phénomène de cette nature n'a été observé ; mais cependant la trombe clôt une série de perturbations orageuses, observées pendant plusieurs jours. (Note de M. Vivier.)

ellipsoïdale, en voyant qu'à Mazières, par une largeur de 60m, des pruniers et des cerisiers de 30cm environ de diamètre ont été brisés net à 1m du sol.

En résumé, ce qui nous paraît intéressant dans l'observation du phénomène qui s'est produit le 8 juin dernier, c'est qu'il semble bien démontré que le noyau actif, qui émettait des vapeurs et produisait un soufflement comparable à celui d'une machine sous pression, s'est détaché d'un nuage, en un mot que la trombe était descendante. Ceux qui ont suivi les Communications faites par M. Faye à l'Académie des Sciences, sur la formation des cyclones comprendront l'intérêt que peut offrir l'étude de ce cyclone en miniature.

» Deux choses m'ont frappé dans cette relation. D'abord la direction de la trombe vers le sud-est, tandis que la marche ordinaire est le nord-est ou le nord-nord-est. Sur 1546 trombes observées aux États-Unis, 935 ont été vues marchant vers le nord-est et 124 seulement au sud-est. Enfin le mouvement tourbillonnaire qui, d'après un témoin oculaire, le sieur Salesse, était dans le sens des aiguilles d'une montre, tandis que, sur 541 cas où ce sens a été déterminé, on en compte 21 seulement de rétrogrades. Du reste, la direction des arbres jetés sur le sol ne semble pas confirmer le dire du sieur Salesse. »

BOTANIQUE. — *De l'ordre d'apparition des vaisseaux, dans les fleurs du* Taraxacum dens leonis. Note de M. **A. Trécul**.

« Dans ma Communication du 18 août 1890 (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 329 et suivantes), j'ai dit que, dans les fleurs de *Scorzonera* et de *Tragopogon*, les premiers vaisseaux débutent au sommet de l'ovaire par cinq petits groupes oblongs de cellules vasculaires qui, en s'allongeant par en haut, montent dans les filets des étamines, que peu après il en naît dans le haut de la corolle, puis dans les stigmates, d'où ils descendent dans le style, etc.

» Il en est autrement dans les fleurs du *Taraxacum dens leonis*. J'ai trouvé plusieurs capitules dans toutes les fleurs convenablement développées desquels les premiers vaisseaux existaient seulement dans l'ovaire; mais quelquefois aussi j'ai rencontré des fleurs dont un ou quelques lobes de la corolle étaient pourvus d'une ou quelques cellules vasculaires, quand l'ovaire n'en présentait pas encore. Les premiers vaisseaux des filets des étamines ne naissent qu'après ceux de l'ovaire et de la corolle. Ce n'est qu'un peu plus tard que se manifestent les premiers vaisseaux des lobes stigmatiques, qui ensuite seulement sont prolongés dans le style.

» Les fleurs du Pissenlit ont le plus souvent quatre faisceaux longitudinaux dans l'ovaire, plus rarement cinq. Le nombre cinq est assez fréquent dans le voisinage de la périphérie de l'inflorescence.

» Quand il y en a quatre, deux, qui peuvent être dits de la première paire, suivent les bords des grandes faces de l'ovaire. Les deux autres faisceaux, ceux de la deuxième paire, apparaissent d'ordinaire après les précédents, et parcourent la paroi ovarienne dans le plan perpendiculaire à celui des premiers. Les deux premiers vaisseaux ou faisceaux d'une même paire ne commencent pas toujours simultanément. Dans une fleur haute de $1^{mm},35$ dont l'ovaire avait $0^{mm},30$, il n'existait qu'un seul vaisseau, le premier d'un faisceau de la première paire, lequel occupait déjà presque toute la longueur de l'ovaire. Les premiers vaisseaux de chaque faisceau débutent ordinairement près du sommet un peu évasé de cet organe, au-dessus de la partie rétrécie que l'on peut appeler le col de l'ovaire. Ces vaisseaux commencent par une file de deux, trois ou plusieurs cellules vasculaires superposées, dont les supérieures sont parfois les plus larges; ou bien par cinq ou six cellules striées de même, qui constituent un groupe assez souvent cunéiforme, quelquefois irrégulier, s'allongeant par en bas. Ce groupe vasculaire initial diffère en cela de celui des *Scorzonera* et des *Tragopogon*, qui est prolongé d'abord par en haut et pénètre dans les filets des étamines, comme je l'ai dit. Le groupe initial de chaque faisceau ovarien du Pissenlit est atténué par en bas et progresse ordinairement d'une façon continue depuis le haut jusqu'à la base; mais il arrive aussi que, au lieu d'être formé pour ainsi dire d'un seul jet, il débute sur deux points en même temps. En effet, en outre du groupe supérieur, souvent cunéiforme, il naît quelquefois directement au-dessous de lui, un peu au-dessus du bas de la paroi, un fragment vasculaire qui plus tard est réuni au supérieur par l'interposition de nouvelles cellules trachéennes.

» Les deux premiers faisceaux de l'ovaire du *Taraxacum dens leonis* arrivent fréquemment assez près de la base de celui-ci, avant que commencent les deux faisceaux longitudinaux de la deuxième paire. Pourtant, j'ai trouvé dans le même capitule, à côté des deux états que je viens de décrire, un ovaire qui avait, à sa partie supérieure, trois groupes vasculaires cunéiformes : un de chaque côté et un médian. Les deux latéraux, un peu plus longs et un peu plus âgés que le médian, représentaient le début des deux faisceaux de la première paire, tandis que le médian commençait un des faisceaux de la deuxième, l'autre faisceau de cette paire n'existant pas encore.

» Des coupes verticales faites à travers le réceptacle, à un âge convenable, montrent des faisceaux anastomosés entre eux, envoyant sous les jeunes fleurs, semblables à celles dont il vient d'être question, des rameaux coniques très aigus, qui n'atteignent pas la base des ovaires, quand ceux-ci possèdent un ou deux vaisseaux ou fascicules de la première paire, assez longs déjà, mais libres encore par les deux bouts, ou ne contiennent sous leur sommet que le groupe initial linéaire ou cunéiforme de ces faisceaux.

» Je ne dois pas omettre que, dans des cas bien rares, l'un ou l'autre des quatre faisceaux ordinaires de l'ovaire ne débute pas toujours près du sommet de celui-ci. J'ai vu un petit nombre de faisceaux de la première ou de la seconde paire commencer vers le milieu de la paroi ovarienne. A part ces exemples exceptionnels, qu'il y ait quatre ou cinq faisceaux dans l'ovaire, tous se développent à peu près de la même manière, et, arrivés à la base de ce dernier, ils se réunissent, dans le court pédicelle, au faisceau qui monte du réceptacle, et ils s'épaississent notablement dans leur partie inférieure au-dessus du point d'attache.

» Au début de l'apparition des vaisseaux de la corolle du *Taraxacum*, on peut trouver une seule cellule vasculaire située à une hauteur variable dans un seul des cinq lobes de la fleur, ou bien on en trouve quelques-unes dans deux ou trois lobes à la fois. Ces cellules sont souvent disposées en une série parallèle à l'un des bords du lobe; mais une telle série peut exister de chaque côté du même lobe; alors elles peuvent, d'une part, se joindre par leur extrémité supérieure sous le sommet du lobe qui les contient, et, d'autre part, elles s'unissent par le bout inférieur, sous l'angle ou sinus rentrant qui sépare deux lobes contigus, à la série de cellules vasculaires homologue du lobe adjacent; ainsi réunies en un fascicule, elles sont ensuite prolongées verticalement vers le bas de la corolle.

» Mais parfois les vaisseaux de chaque lobe commencent par une seule cellule oblongue, comprimée du côté externe et située souvent au niveau de la base du lobe. Il arrive que cette cellule vasculaire, née près du bas d'un lobe, est prolongée tout de suite par en bas par une série de quelques cellules semblables, qui, plus tard, descend dans la corolle, comme d'habitude, au-dessous du sinus rentrant correspondant, jusqu'à la partie inférieure du tube corollin. Cette série ou premier vaisseau longitudinal, tout en progressant par en bas, peut être étendue aussi par en haut, dans le côté du lobe auquel appartient sa première cellule. D'autres fois, deux cellules vasculaires obliques contiguës sont disposées en V sous le fond d'un sinus : l'une est dirigée vers le côté correspondant du lobe de gauche;

l'autre vers le côté adjacent du lobe de droite. Chaque branche du V, par l'addition de cellules vasculaires, monte dans le côté du lobe placé au-dessus. Le fond du V étant ensuite allongé par en bas, le tout simule un Y ou fourche, dont les branches peuvent être plus ou moins inégales. En s'allongeant par en haut, chaque branche se courbe sous le sommet du lobe et s'unit à la branche de l'Y voisin, qui monte de l'autre côté du même lobe. De cette façon, les deux branches de deux YY adjacents montent dans un même lobe et s'y fusionnent sous le sommet, tandis que les deux branches d'un même Y montent dans deux lobes différents et s'y joignent aux branches des Y voisins de chaque côté. Il peut donc exister en haut de chaque fleur, à un certain âge, quatre Y ou fourches vasculaires correspondant aux quatre sinus qui séparent les cinq lobes de la corolle. Là, dans des fleurs hautes de $2^{mm},30$, j'ai trouvé de telles fourches, longues de $0^{mm},20$ et de $0^{mm},25$, dont les branches étaient ou réunies ou encore libres sous le sommet des lobes.

» Les filets des étamines de ces fleurs de $2^{mm},30$ ne possédaient pas encore de vaisseaux; mais, dans l'ovaire, il y avait d'un côté, près du sommet, un petit groupe tantôt linéaire, tantôt cunéiforme de cellules vasculaires qui constituait le début du premier faisceau de la première paire de l'ovaire. Dans des fleurs d'un autre capitule un peu plus âgé, les fourches vasculaires avaient $0^{mm},45$ de longueur, et l'ovaire avait, près du sommet, deux petits groupes de cellules vasculaires représentant le commencement des deux faisceaux de la première paire. Les filets des étamines étaient aussi sans traces de vaisseaux.

» Je dois ajouter ici que les faisceaux des lobes de la corolle ne sont pas toujours réunis sous le sommet de ceux-ci dans des fleurs déjà hautes de 3^{mm} et plus âgées que les précédentes, où la réunion avait commencé; car, en outre, les filets des étamines avaient chacun un court vaisseau, et l'ovaire possédait des vaisseaux plus avancés, puisqu'il contenait les deux fascicules de la première paire allant de haut en bas, et, de plus, en haut, deux courts vaisseaux commençant la deuxième paire. Malgré cela, dans une fleur prise dans un autre capitule, haute d'environ $2^{mm},75$, les faisceaux des cinq lobes de la corolle étaient réunis sous le sommet de chaque lobe et déjà épaissis; ils descendaient, en s'atténuant, sous les quatre sinus rentrants de celle-ci, jusqu'à 1^{mm} environ du sommet. Il y avait, en outre, le long des côtés externes de la corolle, non encore écartés toutefois par l'épanouissement non effectué du demi-fleuron, un fascicule marginal moins long que les autres. Ce marginal, plus tardif

que les médians, naît libre par les deux bouts et se réunit ensuite aux vaisseaux du sommet du lobe dont il fait partie. L'ovaire de cette fleur n'avait qu'un vaisseau de la première paire, l'autre étant anormalement en retard. Mais deux autres fleurs voisines avaient les deux faisceaux de la première paire de l'ovaire allongés jusqu'au bas de celui-ci; ceux de la deuxième paire, courts et cunéiformes, débutaient au-dessus du col de cet ovaire. Dans ces trois fleurs, le filet de chaque étamine avait un seul vaisseau libre par les deux bouts, qui ne s'étendait pas dans toute sa longueur. Il n'y avait encore de vaisseaux ni dans les stigmates, ni dans le style.

» Dans un même capitule, j'ai vu les vaisseaux staminaux de fleurs centrales débuter dans un seul des cinq filets par une cellule vasculaire unique haute de $0^{mm},03$; tandis que des fleurs périphériques hautes de $2^{mm},50$ avaient, dans chacun de leurs filets, un vaisseau long de $0^{mm},15$ à $0^{mm},20$. La fleur de $2^{mm},75$ citée plus haut avait, dans chacun de ses cinq filets staminaux, un vaisseau plus long que les précédents, mais qui ne s'étendait pas dans toute la longueur de ces filets. Dans une fleur de $4^{mm},5$, les filets des cinq étamines avaient chacun un vaisseau un peu plus long encore que les derniers. Les vaisseaux de deux de ces filets commençaient à descendre dans le jeune tube de la corolle. Les vaisseaux des filets staminaux de fleurs de 4^{mm} et de $4^{mm},70$ descendaient au niveau du disque cupuliforme, couronné de stomates, qui entoure le bas du style. Enfin les vaisseaux des filets d'autres fleurs de 4^{mm} atteignaient les faisceaux de l'ovaire, ce qui peut n'arriver dans d'autres capitules que pour des fleurs d'environ 7^{mm} (¹).

» A cet âge, c'est-à-dire quand les fascicules des étamines arrivent près du sommet de l'ovaire, les plus longs de ceux de la corolle peuvent s'arrêter à 1^{mm} au-dessus de la base de celle-ci.

» Dans des fleurs qui commençaient à s'ouvrir, les fascicules de la corolle eux-mêmes étaient descendus sur les faisceaux de l'ovaire, parcourant le tube corollin un peu en arrière de ceux des filets staminaux auxquels ils s'unissent brièvement avant de se poser sur l'extrémité renflée des faisceaux de l'ovaire. Mais, de bonne heure, les vaisseaux staminaux sont détruits de bas en haut jusque dans les filets.

(¹) Je donne avec intention ces chiffres qui paraissent discordants; ils montrent que, dans des capitules différents, les fleurs de même dimension peuvent avoir des vaisseaux plus ou moins avancés dans leur développement, suivant l'état de la végétation des capitules.

» Comme il y a, d'une part, cinq faisceaux en bas du tube de la corolle (les deux marginaux étant unis en un seul à la face antérieure de ce tube), et que, d'autre part, il n'existe le plus souvent que quatre faisceaux dans l'ovaire, une branche vasculaire est produite ordinairement près du sommet du faisceau ovarien postérieur de la première paire, sur laquelle branche se pose le fascicule correspondant de la corolle et d'une des étamines. Quand il y a cinq faisceaux dans l'ovaire, chacun en reçoit un du tube corollin.

» Dans les deux branches stigmatiques, les vaisseaux n'apparaissent qu'après ceux des étamines. Il n'y en a d'abord qu'un dans chaque branche, puis deux, trois, etc., dont le groupe, atténué par en bas, est prolongé dans le style. Pendant que ces vaisseaux progressent de haut en bas, il naît sous l'insertion du style deux fascicules courbes, qui s'insèrent un peu au-dessous du sommet de chacun des deux premiers faisceaux de l'ovaire, tandis que leur extrémité supérieure monte dans le style, allant à la rencontre des deux qui y descendent (fleur de 7^{mm}).

» Je dois mentionner ici un phénomène bien surprenant qui concerne l'orientation des ovaires du Pissenlit et des Laitues. Quand l'ovaire du *Taraxacum* a quatre faisceaux, les deux de la première paire sont situés, ai-je dit, aux bords des deux grandes faces, dans le plan du plus grand axe transversal; les deux autres faisceaux sont interposés sur le milieu des larges faces, dans le plan du plus petit axe, par conséquent. Ceci posé, il convient de distinguer les fleurs périphériques et les fleurs de la région centrale. Ces dernières ont la corolle et l'ovaire orientés radialement. Alors le fascicule antérieur, fourchu en haut du tube de celle-ci, résultant de l'union des deux marginaux, va s'insérer sur le faisceau antérieur de l'ovaire, qui est un des deux premiers-nés. Dans les fleurs périphériques, dont le dos de la corolle est vert noirâtre et les bords jaunes (1), l'ovaire est orienté *tangentiellement*, et la corolle *radialement*. Dans ce cas, le faisceau fourchu antérieur du tube corollin va s'insérer, non plus sur un faisceau de la première paire de l'ovaire, mais, comme si celui-ci eût fait un demi-tour sur lui-même, sans changer l'orientation de la corolle, le faisceau fourchu, dis-je, va se poser sur le faisceau de la deuxième paire qui est tourné alors vers le centre du capitule. Nous verrons, dans une autre

(1) Cette couleur vert noirâtre est due à la superposition de cellules jaunes et de cellules carminées.

Communication, qu'avec une structure bien différente, la fleur des Laitues présente le même phénomène.

» Après l'épanouissement des fleurs, pendant que le col rétréci de l'ovaire s'allonge en s'atténuant, et soulève l'aigrette, il se produit sur la face externe des quatre faisceaux vasculaires un cordon de cellules fibroïdes, d'aspect libérien. En outre, dans chacun des quatre intervalles qui séparent ces quatre faisceaux, il est formé deux quelquefois trois cordons ou sillons libéroïdes saillants, sous lesquels j'ai observé, dans la moitié inférieure de l'akène encore jeune, des fascicules de petits vaisseaux progressant de bas en haut, après la chute de la corolle.

» Je dirai, en terminant, que sur les très jeunes akènes, hauts de 1^{mm}, naissent de haut en bas, sur chaque sillon libéroïde, au-dessous de la base du col qui commence à s'allonger, les proéminences bien connues, représentées d'abord par de faibles ondulations de la surface, qui en s'élevant se dépriment parfois au sommet, puis deviennent aiguës et un peu ascendantes. Ces proéminences décroissant de haut en bas n'existent guère que sur la moitié supérieure de l'akène, abstraction faite de son long bec. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches sur les éthers acéto-acétiques monohalogénés et monocyanés*. Note de MM. **A. Haller** et **A. Held.**

« Les réactions, en apparence contradictoires, observées avec les éthers monochloro et monobromo-acéto-acétique, préparés par action directe de l'élément halogène sur l'éther $CH^3.CO.CH^2.CO^2C^2H^5$, nous ont conduit à soumettre au même traitement l'éther bromé obtenu par M. Schönbrodt (1). Les conditions dans lesquelles cet éther prend naissance, les produits de condensation qu'il fournit avec la sulfourée et la thioacétamide (2), la propriété qu'il possède de donner de l'éther diacéto-succinique quand on le traite par de l'éther acéto-acétique sodé (3), sont autant de faits qui semblent autoriser à le considérer comme un dérivé α bromé.

» S'il en est réellement ainsi, ce composé devra fournir exclusivement de l'éther α acéto-cyanacétique, quand on le soumet à l'action du cyanure de

(1) *Annalen der Chemie*, t. CCLIII, p. 175.
(2) Hautzsch, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXIII, p. 2339.
(3) Nef, *Annalen der Chem.*, t. CCLXVI, p. 80.

potassium. Nous avons préparé cet éther bromé, en suivant exactement les indications de M. Schönbrodt : la combinaison cuprique de l'éther acétoacétique, pulvérisée et desséchée à 100°, est mise en suspension dans le chloroforme; on y ajoute ensuite, par petites portions et en évitant toute élévation de température, la quantité de brome indiquée par l'équation et dissoute dans le chloroforme,

$$2(C^{12}H^{18}O^6Cu) + 3Br^2 = 4C^6H^9BrO^3 + Cu^2Br^2.$$

» Le corps est ensuite isolé et purifié comme l'indique son auteur.

» Cette préparation, dans le cours de laquelle nous avons toujours constaté la formation d'acide bromhydrique, ne donne pas toujours le même produit. En effet, à plusieurs reprises, nous avons constaté que, quelles que soient les précautions prises pour nous placer dans des conditions toujours identiques, en employant le même chloroforme, en opérant avec les mêmes quantités de matières, souvent dans deux opérations faites simultanément, nous obtenions, à la rectification dans le vide, tantôt un produit non altéré comme celui de M. Schönbrodt, incolore, bouillant à la température de 120°-125° sous une pression de 8^{cm} à 10^{cm}; tantôt, en faible quantité, un produit coloré en jaune, fumant à l'air, le tout accompagné d'un abondant dégagement d'acide bromhydrique et avec décomposition de la majeure partie du liquide soumis à la distillation. Dans ce dernier cas, le liquide distillé se comporte comme l'éther bromé de M. Duisberg, c'est-à-dire qu'il donne naissance à de l'éther succinosuccinique, quand on le soumet à l'action du cyanure de potassium.

» On observe les mêmes irrégularités quand on modifie le mode de préparation de cet éther bromé et que l'on diminue la quantité de brome ajoutée.

» Comme il nous importait surtout de connaître les composés que fournit l'éther de M. Schönbrodt avec le cyanure de potassium, nous avons soumis ce dérivé, dissous dans l'éther anhydre, à l'action du cyanure de potassium pulvérisé et sec. L'opération a été conduite comme précédemment [1].

» La partie solide, insoluble dans l'éther, est composée de bromure et de cyanure de potassium, ainsi que de petites quantités du sel de potassium de l'éther acétocyanacétique α. La liqueur éthérée, agitée avec du carbonate de soude, abandonne encore une portion de l'éther cyané α. On la

---

[1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXII; juin 1891.

dessèche ensuite sur du chlorure de calcium et on distille au bain-marie; le résidu, rectifié dans le vide, passe presque en totalité entre 135° et 140°, sous une pression de 40^{mm}, en fournissant un liquide incolore, insoluble dans le carbonate de soude, ne donnant, avec le perchlorure de fer, qu'une coloration jaune pâle, et ne renfermant plus de brome.

» Ce composé, soumis à l'analyse, a donné des nombres répondant exactement à ceux du dérivé γ cyanacéto-acétique,

$$CAz.CH^2.CO.CH^2.CO^2C^2H^5,$$

dérivé qu'il nous avait été impossible d'obtenir exempt de chlore, en partant de l'éther chloro-acéto-acétique.

» Il en possède d'ailleurs les propriétés, car, traité par de l'alcool méthylique saturé d'acide chlorhydrique, il donne facilement naissance au chlorhydrate d'éther imidé chloré, signalé dans notre Mémoire paru dans les *Annales* :

$$\begin{aligned} C^2H^5.CO^2.CH &= COH.CH^2.CAz + CH^3OH + 2HCl \\ &= C^2H^5.CO^2.CHCl.CHOH.CH^2.C\begin{cases} AzHHCl \\ OCH^3 \end{cases} \end{aligned}$$

» Enfin, diverses portions furent soumises à l'action de l'acide chlorhydrique, dans les conditions déjà décrites, pour être converties en éther acétone dicarbonique, puis en acide citrique. Plusieurs d'entre elles ne donnèrent que le chlorhydrate d'éther imidé chloré, tandis qu'un des lots laissa déposer du chlorhydrate d'ammoniaque et donna, après traitement à l'acide cyanhydrique, puis à l'acide chlorhydrique, une petite quantité d'un corps acide présentant les caractères de l'acide citrique.

» Les analyses et les réactions que nous venons de signaler ne laissent aucun doute sur la nature de ce dérivé, qui est bien un éther γ cyanacéto-acétique.

» Ces opérations ont été répétées plusieurs fois : nous avons toujours constaté que le rendement en éther γ cyanacéto-acétique était d'environ 40 pour 100 de la quantité de dérivé bromé employé, tandis que son isomère α ne se trouvait que dans les proportions de 5 pour 100 au maximum.

Ce même éther bromé de M. Schönbrodt a en outre été condensé avec de la sulfourée, et parmi les produits formés nous avons pu constater nettement la présence des deux éthers μ *amidométhylthiazolcarbonique* et

μ amidothiazylacétique, le premier caractérisant la présence de l'éther α bromé et le second celle de l'éther γ bromé.

Mais, phénomène assez extraordinaire, le premier de ces éthers se forme en quantité beaucoup plus considérable que son isomère, de telle sorte que ces résultats semblent démontrer la prédominance de l'éther α bromé dans l'éther de M. Schönbrodt, tandis que les résultats obtenus avec le cyanure de potassium conduisent à des conclusions diamétralement opposées.

» Les lots d'éther bromé dont une partie seulement distillait, tout en dégageant de l'acide bromhydrique, ont été soumis aux mêmes traitements. Ainsi que nous l'avons exposé plus haut, ces portions ne fournissent avec le cyanure de potassium que de l'éther succino-succinique et un produit visqueux, noirâtre dont il est impossible d'isoler soit de l'éther α cyané, soit de l'éther γ cyané. Enfin, condensé avec de la sulfourée, ils donnent naissance à de l'éther amidothiazylacétique caractérisant, d'après M. Hautzsch, l'éther γ bromé, sans trace d'isomère. Cet éther se comporte donc à l'égard du cyanure de potassium et de la sulfourée comme l'éther de M. Duisberg.

» Nous nous proposons de reprendre quelques parties de ces recherches et de publier les détails des opérations ainsi que les analyses dans un autre Recueil. »

M. Faye, en présentant à l'Académie la « Monographie de l'Observatoire de Nice », par M. *Charles Garnier*, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, au nom de M. *Ch. Garnier*, une description graphique de l'Observatoire que notre Confrère, M. Bischoffsheim a érigé sur le mont Gros, près de Nice, sous le plus beau ciel de la France.

» Les planches qui représentent les divers bâtiments ont été dessinées avec une grande perfection et donnent une idée complète de cet établissement modèle.

» Je me trompe en disant que l'impression est complète. Malgré le talent du dessinateur, rien ne peut reproduire l'impression de grandeur colossale que font naître, en particulier, l'aspect intérieur du grand équatorial avec son dôme plus large que celui du Panthéon, et l'énorme lunette qui s'y meut à l'aise sur un magnifique pilier double de pierre de la

Turbie. C'est un effet de perspective littéralement écrasant dont des dessins géométraux ne sauraient donner l'idée.

» Le sous-sol qu'on ne voit pas est presque aussi essentiel que le reste, car tout dépend de la stabilité des fondations. Il offre, pour les plus délicates observations de la Physique astronomique, une immense salle dont on ne trouverait pas l'équivalent ailleurs; elle a été plus d'une fois utilisée. Le dôme lui-même, qui paraît du dedans bien autrement imposant que du dehors, frappe le spectateur par la facilité de ses mouvements de rotation qu'il doit au génie de son constructeur, M. Eiffel.

» Vu de Nice même, du débarcadère du chemin de fer, le couronnement du mont Gros, formé de ce dôme, des bâtiments d'habitation et d'administration, saisit le voyageur par son style sobre, d'un effet grandiose. Le reste disparaît dans l'éloignement ou par l'effet des mouvements de terrain. Mais, quand on se place au sommet même, de manière à voir groupés les différents édifices élevés pour les observations, d'après ce principe que chaque genre distinct de travaux doit avoir son établissement particulier bien isolé du reste, on juge mieux du talent avec lequel l'auteur de ces vastes constructions a tout agencé de manière à former un ensemble harmonieux où aucun édifice n'est gêné par son voisin, où tous les horizons qui doivent être entièrement découverts s'étagent sans empiètement sensible, où toutes les lignes de visée n'ont d'autres limites que la mer d'un côté et, de l'autre, des montagnes lointaines que l'altitude du mont Gros rend peu gênantes.

» Ce qu'un astronome ne saurait assez admirer après avoir parcouru les édifices consacrés à la Science, c'est la libéralité avec laquelle les habitations des observateurs ont été construites et disséminées. Il fallait en effet loger tout ce personnel qui s'élève à 34 personnes tout compris. Il fallait aussi faciliter à ce personnel l'accès de la ville qui se trouve à quelques kilomètres, par conséquent construire des écuries pour les chevaux, des magasins pour les fourrages, des remises pour les voitures. Il n'y a pas jusqu'au concierge de l'établissement dont l'habitation n'ait été traitée, sans luxe assurément, mais avec un confortable gracieux qui frappe dès l'abord le visiteur au moment où il quitte la belle route de la Corniche pour prendre celle de l'Observatoire.

» Quant aux bâtiments de l'administration, dont la bibliothèque sert aussi de salle du Conseil, l'architecte s'est un peu plus donné carrière et a pleinement réussi à leur donner un aspect monumental dans sa sobriété.

» Cet Observatoire est fini et complet. Mais M. Bischoffsheim tient à lui

donner tous les perfectionnements que l'insatiable Science réclame dans sa marche ascendante. C'est ainsi que, dans ces derniers temps, un nouvel instrument avec son édifice spécial a été érigé : l'équatorial coudé de notre savant Confrère, M. Lœwy, auquel M. Bischoffsheim lui-même a su apporter un utile perfectionnement.

» Il serait trop long de rendre compte ici de toutes ces installations. C'est ainsi que je suis obligé de mentionner seulement le petit équatorial où M. Charlois a fait de si nombreuses et si belles découvertes planétaires, et la grande salle consacrée au magnifique cercle méridien de M. Brunner, dont les dimensions et la construction sont si frappantes et qui permettra à l'habile Directeur, M. Perrotin, de déterminer, avec la dernière précision, les bases même de l'Astronomie. Je ne puis que citer l'établissement spectroscopique illustré par les travaux de feu M. Thollon, le laboratoire de Physique, celui de Photographie et l'établissement magnétique qui, tous, mériteraient une description spéciale. Du moins, j'aurai payé, à notre Confrère M. Ch. Garnier, un juste tribut d'éloges, bien qu'il soit, par ses autres travaux, supérieur à ces éloges, en disant que notre Confrère, M. Bischoffsheim, a trouvé en lui un collaborateur digne d'être associé à cette œuvre grandiose, qui fait tant d'honneur à la ville de Nice, ou, pour mieux dire, au pays tout entier.

» L'Académie remarquera certainement aussi le talent du dessinateur M. Machon, et celui des habiles graveurs qui lui ont prêté leur burin. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de la tension intra-renale sur les fonctions du rein.* Note de M. **Félix Guyon.**

« La mise en tension a été réalisée par la pression obtenue en mettant l'uretère en communication avec un manomètre à mercure ou par la simple ligature de l'un de ces conduits.

» Lorsque l'uretère est en communication avec le manomètre, on voit la colonne de mercure s'élever rapidement. Elle atteint 40^{mm} en vingt ou vingt-cinq minutes; en une heure la pression est de 66 à 70 et peut arriver jusqu'à 73, mais ne paraît pas dépasser ce maximum. A peu près stationnaire pendant une heure ou une heure trente minutes, elle oscille de 65 à 70, et après quatre heures trente minutes de 46 à 44.

» Heidenhain est arrivé à peu près au même résultat pour la tension maxima qu'il évalue à 64^{mm}; mais des chiffres très inférieurs ont été

donnés. Lœbell a indiqué comme tension maxima dans un uretère ligaturé 7^{mm} à 10^{mm} de mercure, et Gréhant 14. Mais la pression ne fut mesurée par cet habile expérimentateur que quarante-huit heures après la ligature et, dans les cas de Lœbell, « un certain temps après ». Ces résultats intéressants s'ajoutent donc aux nôtres pour montrer que la pression maxima ne se maintient que fort peu de temps et qu'elle est destinée à successivement décroître.

» Dans trois ligatures de l'uretère faites sur des chiens, nous avons, en effet, trouvé après vingt-six jours, 11^{mm}; après soixante-deux jours, 3^{mm}, et après quatre mois quinze jours, 3^{mm}.

» Il faut donc établir une distinction entre la pression primitive et la pression secondaire, si l'on veut se rendre compte des résultats que détermine, suivant son degré, la tension intra-rénale.

» Nous avons mesuré la quantité de l'urine excrétée par un rein dont l'uretère fut oblitéré pendant quatre heures et comparée à la quantité produite par l'autre rein pendant le même temps. Un chien de 8^{kg} a donné du côté libre $11^{cc},40$ et du côté soumis à la pression 2,50.

» Sous la seule influence de la pression, il y a donc diminution considérable de la sécrétion. En faisant la part de l'œdème péri-rénal et de l'absorption, il reste encore à l'actif de la pression une influence que tous les expérimentateurs admettent. Nous avons, de plus, observé que lorsque la pression est supprimée la sécrétion reparaît rapidement et qu'il y a même une polyurie temporaire très accentuée.

» Les changements de composition chimique se manifestent aussi dès le début de l'expérience; je ne donne que la mesure de l'urée.

» L'urine recueillie chez un chien après une heure et demie, la pression ayant atteint 73^{mm}, contenait 27,32 d'urée, tandis que l'urine de la vessie, prise avant l'expérience, en renfermait 35,13. Si la diminution immédiate paraît constante, elle ne se montre pas toujours dans les mêmes proportions; après quatre heures de fermeture, elle n'était que de 1^{gr} chez un autre chien. Elle est destinée à s'accentuer et devient extrême lorsque la pression continue à s'exercer, même à un degré beaucoup moindre. Nous avons suivi cette décroissance en sacrifiant des animaux dont l'uretère avait été lié depuis trois jours, jusqu'à trois mois, et constaté, par exemple, chez un chien tué le 27e jour, 1,28 au-dessus de la ligature et 33,5 dans la vessie. J'ai observé ces énormes diminutions dans de nombreuses analyses faites chez l'homme. Le liquide recueilli par une ponction dans un cas d'uropyonévrose donne 1,30, l'urine de la vessie 12,81; chez un malade dont le rein avait été ouvert deux ans auparavant et qui conserve une fistule, l'urine du rein donne 3,34 et celle de la vessie 23,06.

» J'ai voulu ajouter, à ces renseignements, les résultats fournis par l'analyse comparative du liquide rénal examiné au moment de l'opération,

et plusieurs mois après; la quantité d'urée augmente quelque peu, mais dans de faibles proportions.

» Une malade néphrotomisée le 7 novembre 1891 avait 21, 48 d'urée dans la vessie et 1,30 dans le rein. Le 7 janvier, 14 dans la vessie et 3,20 dans le rein opéré.

» J'ai examiné d'autres malades, dans les mêmes conditions, avec des résultats analogues, et je puis conclure que, lorsqu'il n'est plus soumis à la tension, le rein retrouve, jusqu'à un certain point, la faculté d'élimination, mais ne la reprend que très imparfaitement. Il s'agit, il est vrai, de reins pathologiques; mais chez des sujets dont le rein avait cessé de faire de l'urine et ne contenait que du pus, la faculté de filtration reprend, à un tel degré après l'opération, que l'urine inonde les pansements.

» L'influence de la tension intra-rénale sur le rein, opposé à celui mis en expérience, mérite d'être examinée.

» Nous avons recueilli de vingt minutes en vingt minutes pendant deux heures, puis de demi-heure en demi-heure pendant deux heures et demie, l'urine sécrétée par le rein droit alors que le gauche était soumis à la pression; chacun de ces échantillons a été analysé. Pendant la première heure, la quantité d'urine n'a pour ainsi dire pas varié, le chiffre de l'urée s'est abaissé de 44 à 33. La pression arrivant alors à 70 et oscillant pendant une heure jusqu'à 65, la quantité d'urine qui n'était que de $1^{cc},30$ par vingt minutes s'est élevée jusqu'à $3^{cc},60$; le chiffre de l'urée a varié de 33 à 24. Dans la troisième heure, la pression a été de 52 à 60, mais la quantité d'urine est descendue à $1^{cc},60$, puis à $0^{cc},80$; dans la quatrième heure, elle s'abaissait encore et tombait dans la dernière demi-heure à 0,30, tandis que la moyenne de l'urée restait à 29.

» Ainsi, le rein opposé, après avoir été indifférent pendant la première heure, a exercé une action compensatrice dans la deuxième; mais ses fonctions modifiées dès la troisième heure n'ont cessé d'être troublées jusqu'à la fin de l'expérience.

» Nous avons soumis à une contre-pression brusque et intense de 160^{mm} de mercure le rein gauche, et constaté que le rein droit qui, avant toute pression, rendait en un quart d'heure 6^{cc}, n'en donnait dans le premier quart d'heure que 5^{cc} et 3^{cc} dans le troisième. L'urée, qui était à 25,03 avant la pression, descendait à 23,08 et à 20,50.

» Je n'insisterai pas sur les lésions anatomiques, car nos recherches nous ont conduit aux mêmes résultats que ceux déjà établis par Charcot et Gombault, Strauss et Germont, Albarran. Je dirai seulement que, alors même que la ligature est aseptique, la substance rénale est destinée à se modifier, puis à graduellement disparaître. Aussi ai-je déjà proposé de substituer la ligature aseptique de l'uretère à la néphrectomie dans les cas d'arrachement de ce conduit.

» Chez un chien auquel nous avons arraché et lié aseptiquement l'uretère gauche, j'ai trouvé, après quatre mois et demi, le rein encore hydronéphrosé avec 200^{gr} de liquide et 1,30 d'urée; son tissu le plus épais n'a que 0,002; au microscope, il y a dans certains endroits quelques tubes englobés dans un tissu fibreux; dans d'autres, il n'y a plus que quelques glomérules sans trace de tubes urinifères.

» Le rein allait donc disparaître, il contenait cependant une forte proportion de liquide. Cohnheim a admis que, dans ces conditions, on n'observe que des hydronéphroses moyennes, tandis que les hydronéphroses considérables se constituent lorsque l'obstacle urétéral est incomplet. J'étais également arrivé à cette opinion et l'ai vérifiée expérimentalement. Il m'a été donné d'ailleurs d'enlever une hydronéphrose contenant 5^{lit} de liquide et de constater que l'uretère était rétréci, mais non oblitéré et que le tissu rénal était conservé sur bien des points de cette énorme poche; des hydronéphroses vraiment volumineuses peuvent néanmoins se constituer après fermeture complète de l'uretère.

» Sur un chien de 21^{kg}, j'ai trouvé 290^{gr} de liquide après 2 mois, ce qui, toute proportion gardée, équivaudrait à une volumineuse hydronéphrose chez l'homme.

» Si l'on se rappelle à quel degré s'abaisse la tension et si l'on tient compte de sa diminution relative dès les premières heures et dès les premiers jours, des effets de la décompression, on comprendra que le rein puisse en partie reprendre ses fonctions sécrétantes alors même qu'il reste fermé. Mais la décompression qui permet la filtration aqueuse ne rétablit pas l'élimination de l'urée, nous en avons donné la preuve. Mes expériences et les résultats de mes opérations montrent que lorsque le rein n'est plus seulement modifié physiologiquement par une pression temporaire, mais que les lésions de sa substance sont faites, son pouvoir éliminateur est pour ainsi dire aboli, tandis que la faculté de filtrer lui est encore conservée. L'observation des prostatiques qui, avec un minimum de substance rénale sont polyuriques, mais dont les urines sont très pauvres en urée, témoigne dans le même sens. Sans m'arrêter au côté purement physiologique, et chercher si ces faits apportent une contribution à la théorie qui tend à établir l'indépendance de l'élimination aqueuse et de l'excrétion des parties solides de l'urine, je ferai remarquer que ces constatations sont de nature à permettre d'accorder à la diminution progressive et permanente de l'urée une grande valeur séméiologique. Elles peuvent servir au diagnostic délicat des altérations du rein et contribuer à résoudre le problème si difficile de la mesure de l'insuffisance rénale chez les urinaires. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Augustin Normand** adresse, du Havre, un Mémoire intitulé « Des vibrations des navires et des moyens capables de les atténuer ».

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

CORRESPONDANCE.

M. le Général **Al. de Tillo**, nommé Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, adresse ses remerciements à l'Académie.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les fondements de la Géométrie.* Note de M. **Sophus Lie**.

« Dans plusieurs Mémoires publiés dans les *Berichte der K. Sachs. Ges. d. W.* (Leipzig, 1886-1890), j'ai déjà montré que les recherches si remarquables de M. Helmholtz (*Gottinger Nachr.*, 1868) sur les fondements de la Géométrie contiennent une faute essentielle et j'ai cherché, d'autre part, à substituer, au lieu des considérations incorrectes de l'illustre physicien, des développements qui sont, du moins, exacts quant au fond.

» En raison de ma grande admiration pour ces recherches de M. Helmholtz, je n'ai pas, sans doute, insisté suffisamment sur la faute commise. En effet, des travaux récents de différents mathématiciens montrent assez clairement qu'ils n'ont pas compris la portée de mes remarques. Maintenant [1] un grand Mémoire récent de M. Killing (*Journal de Crelle*) qui traite du même problème contient à peu près la même faute fondamentale que le travail de M. von Helmholtz. Il me semble donc nécessaire d'élucider encore plus clairement les fautes commises, pour ne plus laisser place à aucun doute.

---

[1] Parmi les travaux qui traitent du problème posé par M. von Helmholtz, je crois que mes propres recherches et une Note de M. Poincaré, qui se borne, au reste, à l'espace à deux dimensions, sont les seules qui emploient des méthodes exactes, savoir les méthodes de la théorie des groupes continus. M. Killing emploie aussi ces méthodes, mais d'une manière inexacte.

» Je résume d'abord brièvement les axiomes II, III et IV de la Note de M. von Helmholtz.

» M. von Helmholtz cherche à déterminer tous les groupes continus en les variables x, y, z, pour lesquels deux points ont un invariant et un seul. Il suppose, de plus, la liberté du mouvement quand un ou deux points sont fixes. Enfin il demande qu'un corps tournant autour de deux points fixes puisse reprendre sa position initiale sans changement de sens du mouvement (Umkehr).

» Un tel groupe contient, d'après mes principes généraux, six transformations infinitésimales qu'on pourra supposer développables suivant les puissances de x, y, z. On peut même choisir ces transformations, de telle manière que ces développements soient de la forme

$$(\mathrm{G}) \quad \left\{ \begin{array}{l} p+\ldots, \quad q+\ldots, \quad r+\ldots, \\ (a_k x + b_k y + c_k z)p + (d_k x + e_k y + f_k z)q + (h_k x + l_k y + m_k z)r + \ldots \\ \qquad\qquad\qquad\qquad (k = 1, 2, 3), \end{array} \right.$$

aux termes d'ordre supérieur près.

» Maintenant les transformations *linéaires* infinitésimales

$$p,\ q,\ r,\ (a_k x + b_k y + c_k z)p + (d_k x + e_k y + f_k z)q + (h_k x + l_k y + m_k z)r\,(\Gamma),$$

obtenues en supprimant les termes d'ordre supérieur, forment aussi un groupe, groupe linéaire qui joue un assez grand rôle dans mes recherches. *Ce nouveau groupe* Γ *a certaines propriétés communes avec le groupe* G, *mais ces deux groupes se distinguent évidemment par d'autres* propriétés non communes.

» Il n'est donc nullement permis, comme le font MM. von Helmholtz et Killing, d'admettre *sans démonstration que deux points ont le même nombre d'invariants par rapport aux groupes* G *et* Γ. Il est même facile de se convaincre que ces deux nombres ne coïncident pas toujours. Prenons, par exemple, le groupe

$$q,\ xq + r,\ x^2 q + 2xr,\ x^3 q + 3x^2 r,\ p,\ xp - zr;$$

dans ce cas, deux points n'ont pas d'invariant; au contraire, pour le groupe linéaire correspondant, $q, r, xr, p, xp - zr$, deux points ont l'invariant $y_2 - y_1$. Considérons, d'autre part, le groupe

$$q,\ xq + r,\ x^2 q + 2xr,\ x^3 q + 3x^2 r,\ x^4 q + 4x^3 r,\ p,$$

et l'invariant *unique* $x_2 - x_1$ de deux points; pour le groupe linéaire cor-

respondant, deux points ont *deux invariants différents*, $y_2 - y_1$ et $x_2 - x_1$.

» Le travail de M. Helmholtz contient encore deux fautes analogues [1]. D'abord on ne peut admettre que si le groupe G comporte la liberté du mouvement, il en soit nécessairement de même pour le groupe linéaire Γ. En effet, pour le groupe

$$q,\ p,\ xq + r,\ x^2 q + 2xr,\ xp + yq + Ar,\ x^2 p + 2xyq + (2Ax + 2y)r,$$

s'il y a liberté du mouvement; or cela n'a pas lieu pour le groupe linéaire correspondant, qui ne contient que cinq transformations infinitésimales.

» Enfin, M. von Helmholtz se trompe en admettant que son axiome de monodromie est rempli en même temps pour un groupe G et pour le groupe linéaire Γ. Cela résulte bien clairement de l'exemple très instructif du groupe suivant :

$$\text{(D)} \qquad \begin{cases} q,\ xp + yq + r,\ (x^2 - y^2)p + 2xyq + 2xr, \\ p,\ yp - xq,\ 2xyp + (y^2 - x^2)q + 2yr. \end{cases}$$

» Pour ce groupe, l'axiome de monodromie est rempli, car un corps tournant autour de deux points fixes reprend sa position initiale sans retournement; au contraire, pour le groupe linéaire correspondant, l'axiome de monodromie n'est pas rempli. J'ajoute que pour le groupe (D) tous les axiomes de M. Helmholtz sont remplis pour des points qui ont l'un par rapport à l'autre une position générale.

» Les remarques précédentes montrent d'une manière décisive que les développements de M. von Helmholtz, quoique très intéressants, contiennent néanmoins des *fautes irréparables*.

» Il est possible, je m'empresse de le dire, d'interpréter ses axiomes d'une telle manière que son résultat reste juste, du moins pour l'espace ordinaire. Or cela montre seulement qu'il est quelquefois plus facile d'énoncer un théorème exact que de le démontrer. La théorie des groupes continus, quoique nouvelle, en présente déjà beaucoup d'exemples. »

---

[1] Des trois fautes dont nous parlons, M. Killing ne commet que la première. Mais il me semble que cet auteur commet d'autres fautes essentielles. D'autre part, il ne remarque pas qu'un certain « Gbilde », dont il parle (p. 161), pourra se réduire à un point; d'autre part, il admet, sans démonstration exacte, que le groupe linéaire Γ contienne des transformations infinitésimales qui changent seulement deux variables.

On peut ajouter que l'auteur emploie la notion « systatique » d'une manière inexacte.

ÉLECTRICITÉ. — *Remarques au sujet de la dernière Communication de M.* Gouy, *sur la tension superficielle des métaux liquides;* par M. **H. Pellat.** (Présenté par M. A. Potier.)

« Dans sa dernière Note (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 343), M. Gouy a prouvé de la façon la plus évidente que l'amalgame de zinc au $\frac{1}{1000}$ qu'il emploie est trop pauvre pour se comporter dans les piles comme ce métal lui-même, puisqu'il est arrivé à polariser cet amalgame dans le sulfate de zinc (voir le Tableau de la Note), ce qui est impossible pour le zinc solide ou pour des amalgames même assez dilués, mais non pas au degré extrême de $\frac{1}{1000}$. M. Gouy ne peut donc, avec des expériences faites en se servant d'amalgames au $\frac{1}{1000}$, infirmer les conclusions de mes expériences qui ont été faites avec des amalgames toujours assez riches pour se comporter comme les métaux eux-mêmes.

» Qu'il me soit permis de faire une autre remarque au sujet de cette Note. M. Gouy mesure la pression capillaire (h) d'une électrode capillaire en mercure ou en amalgame fluide au contact d'un électrolyte dans le cas où, suivant lui, *elle n'est pas polarisée*, et ensuite la pression capillaire maximum (H) obtenue par polarisation. Or, il n'est possible de connaître, et encore imparfaitement, l'état de polarisation d'une électrode capillaire qu'en joignant celle-ci au large mercure qui baigne le même électrolyte, soit métalliquement, soit par l'intermédiaire d'une force électromotrice connue; quand l'électrode capillaire n'est pas en mercure pur, une jonction métallique avec le large mercure la polarise toujours plus ou moins, et je ne pense pas que M. Gouy ait opéré ainsi. Si on laisse au contraire isolée l'électrode capillaire, et qu'elle soit vierge de toute communication antérieure avec le large mercure, on ne sait nullement quel est son état de polarisation, qui peut être très grand. Peu après le remplissage, cet état dépend de l'extension donnée à la surface de contact entre le métal liquide et l'électrolyte lors de ce remplissage; à la longue, les isolants n'étant jamais parfaits et constituant entre le large mercure et l'électrode capillaire une pile de très grande résistance, mais de force électromotrice comparable à celle des piles usuelles, l'électrode capillaire se trouve polarisée par cette pile d'une façon tout à fait inconnue. Je ne crois donc pas que les valeurs de h données par M. Gouy correspondent à un état bien déterminé.

» En particulier, je ferai remarquer que l'expérience que M. Gouy

rapporte, pour prouver qu'au contact de l'eau acidulée sulfurique l'amalgame de zinc au $\frac{1}{1000}$ de l'électrode capillaire se comporte comme du zinc dans une pile, pourrait à la rigueur donner le même résultat avec du mercure complètement pur comme électrode capillaire : tout dépend de l'état de polarisation dans lequel la construction de l'appareil a mis l'électrode capillaire.

» Pourtant il ressort du Tableau de M. Gouy, donnant les valeurs de $\frac{h}{H}$, un fait intéressant : l'azotate mercureux ne se comporte pas, au point de vue qui nous occupe, vis-à-vis du mercure comme un sel de ce métal, puisque la loi de M. Lippmann et la mienne se trouvent en défaut dans ce cas; il n'en est pas de même avec l'azotate mercurique. Il y a là une de ces exceptions comme il s'en est présenté dans presque toutes les lois concernant l'électrolyse des sels.

» A la fin de sa Note, M. Gouy objecte à nouveau que je n'ai pas assez tenu compte de la polarisation dans les expériences que j'ai faites sur l'écoulement d'un métal liquide dans un de ses sels. Or, j'ai posé moi-même nettement l'objection (*Journ. de Physique*, 2e série, t. IX, p. 405, note), et j'y ai répondu en examinant directement ce qui se passe dans mes expériences. On est alors conduit à l'alternative suivante : admettre l'égalité de potentiel entre le métal liquide qui s'écoule et le sel de même métal qui le baigne, ou admettre qu'en remplaçant par exemple le sulfate de zinc ($ZnSO^4$) au contact de l'amalgame par une couche de SO^4, il n'en résulterait aucune modification dans les différences de potentiel au contact même à $\frac{1}{5000}$ de volt près, limite de précision des expériences.

» Outre l'invraisemblance de la seconde proposition, l'alternative n'est pas douteuse, car la première dérive nécessairement de la loi que j'ai établie sur la limite entre la polarisation et l'électrolyse, et de la loi de M. Lippmann sur l'impossibilité de polariser un métal dans une dissolution de l'un de ses sels. »

OPTIQUE. — *Sur la diffraction éloignée*. Note de M. **Hurmuzescu**, présentée par M. Lippmann.

« Les expériences que j'ai entreprises sur la diffraction éloignée ont été effectuées exclusivement avec la lumière parallèle. Le dispositif que j'ai

employé est celui de M. Gouy (qui le premier s'est occupé de ces phénomènes), sauf que j'observais le rayon diffracté avec un microscope qui grossissait beaucoup plus ([1]).

» Un faisceau délié de lumière solaire réfléchi sur le miroir d'un héliostat de Silbermann tombe sur le bord d'un écran métallique. Le bord de cet écran était constitué par un biseau extrêmement aigu et travaillé avec beaucoup de soin de la manière suivante. Le biseau de la lame destinée à servir d'écran, dégrossi par un premier travail, était limé sur ses deux faces parallèlement à son arête, avec des limes de plus en plus fines et demi-rondes, de manière que ces deux faces prennent une petite courbure.

» Ainsi préparée, la lame était attachée, par une pièce métallique, solidairement au piston d'un petit moteur hydraulique. Le déplacement horizontal de va-et-vient entraînait la lame parallèlement à l'arête du biseau, et frottait une des faces du biseau sur une pierre à grains fins fixée sur le bâti du moteur. Un ressort à boudin, d'élasticité déterminée, tenait la lame appliquée dans une position voulue sur la pierre. On conduisait ce travail sur trois pierres à grains différents, et on le laissait continuer un temps suffisant successivement sur chacune des trois pierres à grains de plus en plus fins. Après, on repassait la lame tranchante sur deux cuirs à rasoir, avec une pâte de tripoli fin et avec de l'huile.

» L'arête du biseau ainsi obtenue, étudiée avec un microscope dont le grossissement linéaire était égal à 150, paraissait bien rectiligne. Cette arête étant placée verticalement, le plan de diffraction était horizontal. J'observais le rayon diffracté à l'aide du même microscope qui m'avait servi précédemment. Ce microscope se déplaçait sur un cercle gradué horizontal autour de l'arête comme axe de rotation.

» J'ai spécialement étudié des écrans formés d'acier, de laiton, de cuivre et de zinc.

» *Aspect du phénomène*. — Tout près du bord de l'écran, en dehors de l'ombre géométrique, apparaissent des franges larges (franges ordinaires de diffraction). Au delà de la limite de la diffraction ordinaire, dans l'ombre géométrique, on aperçoit dans le champ obscur du microscope une bande lumineuse (dont la largeur augmente avec le grossissement du microscope, bien entendu).

» Le microscope que j'ai employé m'a permis de voir que cette bande

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. VIII; 1886. *Journal de Physique*, 2e série, t. VI; 1887.

est sillonnée de lignes noires extrêmement fines, parallèles au bord de l'écran. Si le microscope n'est pas bien au point, ces lignes disparaissent dans l'éclat uniforme de la bande.

» Ces minima de lumière s'observent pour toutes les déviations; je les ai observés pour des déviations atteignant 100°. Mais, comme l'éclat de la bande lumineuse va en diminuant à mesure que la déviation augmente, les lignes noires deviennent de plus en plus difficiles à distinguer.

» La coloration de la bande lumineuse varie avec la déviation : les couleurs dont la longueur d'onde est la plus grande tendent à prédominer quand la déviation augmente et aussi quand l'épaisseur de l'arête augmente.

» Les colorations dépendent de la nature du métal qui forme l'écran. Dans le cas du cuivre, elles se fixent à une teinte rouge dès que la déviation atteint les environs de 40°. Avec les écrans de laiton, la couleur est d'un rouge orangé d'autant plus rouge que le laiton contient plus de cuivre. L'acier donne des teintes moins accusées, et le zinc présente une teinte un peu plus bleuâtre.

» *Polarisation.* — La lumière incidente étant naturelle, la lumière diffractée dans l'ombre géométrique est partiellement polarisée parallèlement au bord de l'écran, donc perpendiculairement au plan de diffraction. Cette polarisation devient complète vers 100°.

» Lorsque la lumière incidente est polarisée parallèlement ou perpendiculairement au bord de l'écran, la lumière diffractée reste de même; seulement les deux images obtenues dans les deux cas présentent des différences d'éclat et de couleur. Ainsi, dans le premier cas, l'image présente les colorations décrites précédemment; dans le second, l'image présente plutôt une coloration bleue très faible.

» Si le plan de polarisation de la lumière incidente est dans un azimut quelconque (différent des deux précédents), la lumière diffractée est toujours polarisée elliptiquement ; la déviation augmentant, l'ellipse devient de plus en plus allongée et son grand axe tend à se mettre perpendiculairement au bord de l'écran.

» Après avoir expérimenté sur des écrans conducteurs, j'ai cherché à observer les mêmes faits sur des écrans formés de diélectriques : l'ébonite et la fibre vulcanisée. Les phénomènes ont conservé sensiblement la même allure, seulement une quantité notable de lumière traversait l'écran par réfraction et donnait une coloration due à la teinte propre de l'écran. La polarisation était dans le même sens que dans le cas des écrans conducteurs, mais elle était beaucoup plus petite et je n'ai pas pu obtenir la po-

larisation complète ; de même je n'ai pas observé de polarisation elliptique non plus.

» Ces expériences ne peuvent pas être expliquées dans la théorie de Fresnel (qui veut que le plan de polarisation par diffraction se rapproche du plan de diffraction), à moins d'admettre que les phénomènes sont dus à une réfraction à travers le bord extrêmement mince de l'arête du biseau de l'écran.

» Dans cette hypothèse, on peut expliquer la polarisation elliptique, en s'appuyant sur les déductions théoriques de Mac Cullagh et sur les faits expérimentaux de Faraday (¹) qui a constaté cette polarisation elliptique de la lumière réfractée par les feuilles minces métalliques.

» Dans la théorie électromagnétique, les choses s'expliquent mieux, comme l'a montré M. Poincaré (²), pour le cas des écrans formés d'un métal parfaitement conducteur (³). »

OPTIQUE. — *Sur la polarisation de l'atmosphère par la lumière de la Lune.* Note de M. N. **Piltschikoff**, présentée par M. A. Cornu.

« Arago est le premier qui ait remarqué que la lumière de la Lune présente quelques traces de polarisation. Quant à l'illumination transversale de l'atmosphère par la Lune, ce n'est que beaucoup plus tard que M. Delezenne y a trouvé des signes de polarisation.

» L'étude complète de la polarisation atmosphérique n'était point abordable avant que M. Cornu eût imaginé un photopolarimètre assez précis et en même temps extrêmement sensible : la puissance de cet appareil est si grande, qu'il permet de constater l'absence de polarisation dans la faible lumière des nuits de la nouvelle lune. Les observations que j'ai faites avec ce polarimètre sur l'illumination transversale de l'atmosphère par la Lune ont donné quelques résultats dont j'ai l'honneur de présenter à l'Académie un exposé succinct et une interprétation possible.

» M. Cornu a découvert un fait capital, dans la question de la polarisation atmosphérique. Au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences à Limoges, en 1890, il disait :

» Si l'époque de la lunaison permet de continuer l'observation polarimétrique pen-

(¹) *Phil. Trans.*, 1857, p. 145, et Verdet, *Optique physique*, t. II, p. 594.

(²) Poincaré, *Optique*, rédigée par MM. M. Lamotte et D. Hurmuzescu (*sous presse*).

(³) Ce travail a été fait au laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne.

dant la nuit, on peut établir une continuité favorable à la précision des données; en effet, j'ai plusieurs fois remarqué que, lorsque les conditions météorologiques sont stables, la proportion de lumière polarisée est sensiblement la même la nuit que le jour; mais il faudrait de nouvelles observations pour mettre ce fait hors de doute [1].

» Les observations faites à Kharkow ont confirmé complètement cette découverte, quant aux proportions bien différentes de lumière polarisée. Ainsi, j'ai déterminé la quantité de lumière polarisée centésimale.

1891	Juillet	le 23	$10^h \frac{3}{4}$ a. m.	42,3 %
			10^h p. m.	43,8 %
»	»	le 19	12^h m.	50,8 %
			11^h p. m.	50,2 %
»	Août	le 21	$11^h \frac{1}{2}$ a. m.	62,3 %
			$11^h \frac{1}{4}$ p. m.	62,3 %

» Comme exemple d'une journée avec conditions météorologiques stables, je citerai le 24 juillet 1891 (l'air calme, le ciel pur, le baromètre stable). La polarisation était :

8^h_a	9^h_a	10^h_a	11^h_a	12_m	1^h_p	2^h_p	3^h_p	4^h_p	5^h_p	6^h_p
48,5 %	47,7 %									49,2 %

7^h_p	$7^h \frac{1}{4}$ p	$7^h \frac{1}{2}$ p	$7^h \frac{3}{4}$ p	8^h_p	$8^h \frac{1}{11}$ p	$8^h \frac{1}{2}$ p	$8^h \frac{3}{4}$ p	9^h_p	$9^h \frac{1}{4}$ p
57,4 %	58,8 %	60,7 %	61,6 %	61,6 %	65 %	62,3 %	47 %	42,3 %	32,6 %

$9^h \frac{1}{2}$ p	$9^h \frac{3}{4}$ p	10^h_p	$10^h \frac{1}{4}$ p	$10^h \frac{1}{2}$ p	$10^h \frac{3}{4}$ p	11^h_p	$11^h \frac{1}{4}$ p	$11^h \frac{1}{2}$ p	$11^h \frac{3}{4}$ p	12^h_p
30,9 %	17,4 %	22,5 %	23,4 %	35,8 %	34,2 %	50,0 %				

» Si l'on trouve des différences notables entre les observations du jour et celles de la nuit, on rencontre de pareilles différences entre les observations du jour. Ainsi j'ai obtenu :

» 1892, le 16 janvier (le ciel sans nuage, mais de temps à autre on distingue avec peine des exhalations stratoïdes) :

$10^h \frac{3}{11}$ a	$12^h \frac{3}{4}$ p	$1^h \frac{1}{4}$ p	4^h_p	5^h_p	6^h_p	$7^h \frac{3}{4}$ p	$9^h \frac{1}{2}$ p	10^h_p	12^h_p
50 %	47,5 %	47,0 %	57,4 %	53 %	0 %	44,4 %	42,3 %	40,7 %	34,2 %

» Je n'ai pas borné mes observations aux époques de la pleine lune : je les fais toutes les nuits où l'état du ciel le permet. Les résultats obtenus

---

[1] A. Cornu, *Sur l'application du photopolarimètre à la Météorologie* (*Congrès de Limoges*, Notes et Mémoires, p. 270).

démontrent que *la proportion de la lumière polarisée dans le ciel de nuit diminue d'une manière continue, depuis l'époque de la pleine lune, où elle est maximum, jusqu'à la nouvelle lune, où elle est égale à zéro; elle croît ensuite de la nouvelle lune à la pleine lune.*

» Ainsi, j'ai déterminé, par exemple :

1891. Août. Le	13 à 10^{h}_{p}...	22,5 %	1891. Août. Le	20 à 10_{p}...	45,3 %
»	14 à 10^{h}_{p}...	37,5 %	»	21 à $11\frac{1}{2}_{p}$..	62,3 %
»	17 à 12^{h}_{p}...	49,2 %	»	22 à 12_{p}...	50,7 %
»	18 à 10_{p}...	47,7 %	»	24 à $10\frac{1}{2}$ ..	35,8 %

» Autre exemple :

1892. Janvier. Le	16 à $9\frac{1}{2}^{h}_{p}$.	42,3 %
»	17 à 9^{h}_{p}.......	30,9 %
»	21 à $\frac{1}{2}^{h}_{a}$.......	27,6 %
Février. Le	2 à $7\frac{3}{4}^{h}_{p}$......	8,7 %

» Pour trouver empiriquement la fonction qui lie la quantité de lumière polarisée avec l'âge synodique de la Lune, il faudra plusieurs années d'observations, vu la nécessité d'avoir un nombre de données assez grand pour que la moyenne, pour chaque jour de la Lune, soit affranchi de l'état changeant de l'atmosphère. Il serait donc bien intéressant que les observations polarimétriques de nuit fussent plus répandues. Il me semble pourtant qu'on peut indiquer, *a priori*, le principal agent qui détermine la marche décroissante de la polarisation : c'est le rapport entre l'intensité de la lumière polarisée provenant de l'illumination transversale de l'atmosphère par la Lune et l'intensité de lumière naturelle provenant de l'illumination directe par les étoiles; ces deux intensités s'ajoutant sur l'ouverture du photopolarimètre, leur rapport croît ou décroît avec l'âge de la lune. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les températures développées dans les foyers industriels*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Les méthodes pyrométriques, dont j'ai entretenu à diverses reprises l'Académie, m'ont permis d'effectuer la mesure précise des températures développées dans les foyers industriels. Les résultats ainsi obtenus sont, pour certaines industries, en contradiction absolue avec les estimations

faites antérieurement, et ne seront sans doute pas acceptés sans contestation. Je serais heureux si leur publication pouvait provoquer des expériences contradictoires sur le même sujet ([1]).

» Les températures données ici sont, comme d'habitude, rapportées à l'échelle définie par les points fixes de M. Violle.

Soufre.	Or.	Palladium.	Platine.
448°	1045°	1500°	1775°

» *Points de fusion :*

Fonte		Acier		
blanche de Suède.	grise de moulage.	doux $c = 0,1$.	demi-dur $c = 0,3$.	dur $c = 0,9$.
1135°	1220°	1475°	1455°	1410°

» *Cornue Bessemer :*

Flamme d'un convertisseur Robert.

Période des étincelles.	Fin d'opération.
1330°	1580°

Bessemer de 6 tonnes.

Coulée de la scorie.	Coulées de l'acier		Solidification de l'oxyde des battitures.	Four à réchauffer.	Lingot sous le marteau-pilon.
	dans la poche.	dans le moule.			
1580°	1640°	1580°	1340°	1200°	1080°

» *Four Siemens-Martin.* — Coulée d'acier demi-dur :

Gaz des gazogènes.			Air sortant du récupérateur.	Fumées allant à la cheminée.
Sortie du gazogène.	Entrée du récupérateur.	Sortie du récupérateur.		
720°	400°	1200°	1000°	300°

([1]) Je n'ai pu mener à bien ces recherches qu'avec le gracieux concours d'industriels qui ont consenti à m'ouvrir leurs usines, malgré le dérangement inévitable que de semblables expériences occasionnent toujours.

Qu'il me soit permis d'adresser tout particulièrement mes remerciements aux directeurs et ingénieurs des usines à fer du Creusot, de Saint-Chamond, d'Unieux et de Denain, des verreries de Clichy-Levallois et Falembray, de la manufacture nationale de Sèvres et de la fabrique de porcelaine de Mehun-sur-Yèvre, de la Compagnie parisienne pour l'éclairage et le chauffage au gaz, de la briqueterie d'Auberville (Calvados), de la fonderie de la rue Oberkampf (Paris).

Four.		Coulée de l'acier		
		dans la poche		dans le moule.
Fin de fusion de la fonte.	Affinage de l'acier.	Commencem[t].	Fin.	
1420°	1500°	1580°	1490°	1520°

» Pour l'acier doux, les températures sont plus élevées de 50°, et l'on observe le même écart entre le commencement et la fin de la coulée, ce qui indique, d'une façon certaine, que le bain d'acier dans la partie centrale du four est plus chaud que vers les extrémités. Dans les fours Siemens-Pernod, c'est au contraire la fin de la coulée qui est la plus chaude.

» *Four Siemens à creusets pour acier.* — Intervalle des creusets : 1600°.

» *Four à puddler rotatif :*

Coulée de la fonte		Loupe en fin d'opération.
dans la poche.	dans le four.	
1340°	1230°	1330°

» *Haut fourneau marchant en fonte grise pour Bessemer :*

Ouvrage en face de la tuyère.	Coulée de la fonte.	
	Commencement.	Fin.
1930°	1400°	1570°

» *Four à pots pour verrerie :*

Four entre les pots.	Verre dans les pots.		Verre à vitre à l'étendage.
	Affinage.	Travail.	
1375°	1310°	1045°	600°

» *Four Siemens à bassin pour verrerie :*

Four.	Verre fondu.	Recuit des bouteilles.
1400°	1310°	585°

» *Four Siemens pour gaz d'éclairage,* chauffé par gazogène au coke :

Four.		Cornue en fin de distillation		Fumées allant à la cheminée.
Sommet.	Bas.	à 1^m du tampon.	à $1^m,50$ du tampon.	
1190°	1045°	875°	950°	680°

» *Four à porcelaine dure.* — Fin de la cuisson : 1370°.

» Je me suis assuré que des porcelaines dures de diverses provenances : Sèvres, Mehun-sur-Yèvre, Bayeux, avaient à peu près exactement le même point de cuisson.

» *Four Hoffmann à briques rouges.* — Cuisson : 1100°.

» *Électricité.* — Lampes à incandescence : 1800°.

» Cette mesure a été faite sur une lampe en marche normale, servant à l'éclairage de l'École Polytechnique. Les lampes, très poussées, peuvent dépasser 2100°.

» Les températures données ici sont bien inférieures à celles qui sont le plus généralement admises pour les industries en question : 2000° pour l'acier (¹); 1800° pour la porcelaine (²); 1200° pour le gaz d'éclairage. L'exagération de ces derniers chiffres tient à plusieurs causes. Entre différentes déterminations de températures non concordantes, on choisit de préférence les plus élevées, par suite d'un sentiment instinctif qui conduit à admettre une quasi-proportionnalité entre la température d'un corps et son éclat ou la quantité de combustible dépensé pour l'échauffer, tandis qu'en réalité ces deux grandeurs croissent suivant une fonction extrêmement rapide de la température. En second lieu, le procédé le plus fréquemment employé jusqu'ici dans l'industrie, pour les mesures pyrométriques, a été la méthode calorimétrique, en se servant des morceaux de fer dont on supposait à tort la chaleur spécifique invariable. Enfin des causes d'erreurs particulières sont venues fausser des comparaisons dans lesquelles on utilisait le point de fusion du palladium ou du platine. Ainsi la température du Bessemer avait été fixé par Langley à 2000°, parce que le platine paraissait fondre rapidement dans sa flamme. J'ai reconnu qu'il ne fondait pas, mais se dissolvait dans les gouttelettes d'acier fondu entraîné par le courant gazeux. De même, le palladium passe pour fondre dans différents fours où en réalité il se transforme, sans fusion, en une mousse spongieuse, par le fait d'hydrogénation ou d'oxydation passagère. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la stéréochimie et les lois du pouvoir rotatoire.* Note de M. **Ph.-A. Guye**, présentée par M. Friedel.

« En réponse aux deux Notes récentes de M. Colson (³), je demande la permission de présenter les observations suivantes.

(¹) M. Violle, dans son Mémoire sur les radiations solaires avait admis pour le four Siemens-Martin la température de 1500°, sans indiquer d'ailleurs comment cette estimation avait été faite.

(²) M. Vogt avait reconnu depuis longtemps déjà que la température de cuisson de la porcelaine dure ne dépassait pas 1550°.

(³) Colson, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 175 et 417; 1892.

» D'après le principe de M. Pasteur, il y a lieu de rechercher la position relative des atomes ou des radicaux dans l'espace, afin d'expliquer les isoméries que les formules planes ordinaires sont impuissantes à faire prévoir.

» Les lois démontrées par MM. Le Bel et Van't Hoff s'appuient d'une part sur le principe de M. Pasteur, admis dans toute son intégralité, et, d'autre part, sur les formules atomiques développées (Dumas, Gerhardt, Kekulé, etc.). Lorsque quatre radicaux différents sont unis au carbone, leurs centres de gravité forment un tétraèdre, du moment qu'ils ne peuvent intervertir leurs positions et que ces centres de gravité ne peuvent se trouver dans un même plan, ce qui résulte du fait même de l'existence du pouvoir rotatoire. De là suit, sans autre hypothèse, que la présence d'un carbone asymétrique implique le pouvoir rotatoire. Cette première loi, tant de fois vérifiée par l'expérience, est aujourd'hui inattaquable. Elle n'exige pas que le tétraèdre considéré ci-dessus soit régulier.

» La deuxième loi, soit la disparition du pouvoir rotatoire lorsque deux radicaux deviennent égaux, est l'objet de deux interprétations différentes : M. Van't Hoff la déduit en supposant que le tétraèdre ci-dessus est régulier (¹); M. Le Bel, au contraire, regarde cette deuxième loi comme une loi expérimentale, et en conclut que le tétraèdre primitif se déforme après chaque substitution pour arriver à une nouvelle forme d'équilibre, présentant un plan de symétrie dans le cas de deux radicaux ou atomes égaux entre eux. D'après cette manière de voir, il n'y a pas à tenir compte de la conception d'après laquelle il peut y avoir un grand nombre d'isomères quand le tétraèdre primitif n'est pas régulier.

» M. Pasteur avait déjà indiqué (²) le groupement des atomes d'un corps actif sur les sommets d'un tétraèdre, comme une des solutions compatibles avec le principe fondamental qu'il a établi. Par suite, la solution proposée par M. Le Bel est, de fait, un cas particulier de ce principe. D'autre part, la solution proposée par M. Van't Hoff est un cas particulier de celle de M. Le Bel. Il n'y a donc pas plusieurs stéréochimies, pas plus qu'il n'y a plusieurs chimies.

» Quant à moi, j'ai établi par des expériences nombreuses et par la considération de plusieurs séries de corps actifs, que le sens du pouvoir rota-

(¹) M. Van't Hoff emploie généralement le schéma tétraédrique régulier; mais il démontre qu'il suffit que les radicaux soient sur la direction des lignes joignant le centre aux sommets.

(²) Pasteur, *Confér. Soc. chim.*, p. 25; 1860.

toire dépend, en premier lieu, de la grandeur relative des masses fixées aux sommets du tétraèdre. Ainsi, m et m' étant deux des masses considérées, et m' étant plus petit que m, si l'on remplace m' par une masse m'' plus grande que m, le pouvoir rotatoire change de sens.

» Pour la facilité du calcul, je me suis servi du tétraèdre régulier et j'ai montré qu'il suffit dans la plupart des cas; mais il est évident que le calcul de ce que j'ai appelé le *produit d'asymétrie* pourrait se faire tout aussi bien pour un corps de forme quelconque.

» Si, maintenant, j'ai à dessein laissé de côté les corps cycliques ([1]), c'est que ces corps ont une structure toute spéciale, les atomes formant un système rigide dans lequel les angles des schémas tétraédriques sont déformés. Dans l'ignorance où nous sommes de la valeur de ces déformations, qui peuvent être très considérables, le calcul du produit d'asymétrie n'est plus possible. Or, l'anhydride diacétyltartrique, cité par M. Colson comme une exception frappante aux lois que j'ai formulées, rentre précisément dans cette classe de corps, à côté d'un grand nombre d'autres qu'on pourrait aussi bien prendre pour exemples. La difficulté que je viens de signaler ne paraît pas l'avoir frappé, puisqu'il traite l'anhydride diacétyltartrique comme si ce corps était à chaîne ouverte ([2]).

» J'arrive au cas des diacétyltartrates qui sont lévogyres, tandis que, d'après leurs formules stéréochimiques, ces sels devraient être dextrogyres : il convient de signaler la cause de ces exceptions.

» Ces observations se rapportent à des solutions aqueuses. Or c'est là le point essentiel que M. Colson n'a pas fait assez ressortir, bien qu'on sache, par des expériences directes, que le pouvoir rotatoire des corps en dissolution dans l'eau peut varier et même changer de signe suivant la concentration. Ces perturbations doivent être attribuées, en premier lieu, à l'action décomposante de l'eau sur les sels et à la formation d'hydrates. Ces faits étant universellement acceptés, je les ai plusieurs fois mentionnés, au cours de mon Mémoire, sans chercher à les démontrer ([3]). Je re-

---

([1]) Guye, *Annales de Chimie et de Physique,* (6), t. XXV, p. 168 et 226. Voir aussi *Conférences de la Société chimique* (*Revue scientifique*, t. XLIX, p. 265, 275).

([2]) M. Colson suppose que la déshydratation qui produit l'anhydride diacétyltartrique a pour effet de décharger le sommet a (voir p. 176) d'une partie de $H^2O = 18$; mais, pour appliquer exactement les lois que j'ai données, il fallait encore tenir compte de ce fait qu'en fermant la chaîne on surcharge ce même sommet d'une partie du groupe $C^4H^5O^4 = 117$.

([3]) Guye, *loc. cit.*, p. 180, 183, 195, 198, 205, 215.

produis, à cet égard, les conclusions de M. Berthelot ([1]) qui s'appliquent à l'action de l'eau sur les sels formés par les acides organiques :

» Lorsqu'il s'agit d'acides faibles ou de bases faibles, les effets (de l'eau) sont plus compliqués parce que le sel dissous tend à se séparer partiellement en acide et en base. La base et l'acide ainsi séparés sont tantôt capables de subsister à l'état libre, au sein de la liqueur, tantôt susceptibles d'y former pour leur propre compte de nouveaux composés, tels que des hydrates primaires et secondaires, des sels acides et des sels basiques; chacun de ces hydrates et de ces nouveaux sels étant susceptible encore de dissociation.

» Du moment que les diacétyltartrates n'existent en solution aqueuse que dans une proportion inconnue, il est impossible de fixer *a priori* le sens de leur pouvoir rotatoire. Mais on peut cependant prévoir, d'après les lois que j'ai données, que, les diacétyltartrates étant dextrogyres tandis que l'acide libre est lévogyre, la solution qui renferme le mélange d'acide libre et de sel sera, ou dextrogyre ou *moins* lévogyre que l'acide libre. Or, c'est cette dernière prévision que l'expérience vient confirmer. Le fait a été signalé par M. A. Pictet pour les diacétyltartrates alcalins. J'ai reconnu qu'il était général et que toutes les bases minérales ou organiques diminuent considérablement le pouvoir rotatoire de l'acide diacétyltartrique. Il est à remarquer que les bases produisent un effet inverse sur l'acide tartrique, dont elles augmentent le pouvoir rotatoire, ce qui est encore conforme à cette manière d'envisager l'état des solutions salines ([2]).

» Quelques mots encore, pour terminer :

» Si l'on n'admet pas la réalité des schémas tels que CH^3, CO, O et CO, O, CH^3, il n'est pas possible de faire de la stéréochimie; car cette dernière est actuellement basée sur les formules développées usuelles.

» De plus, la notation chimique n'exclut pas les combinaisons moléculaires, puisque cette notation conduit au contraire à envisager tous les racémiques comme des combinaisons moléculaires.

» Enfin, rien dans les théories de MM. Le Bel et Van't Hoff ne permet d'affirmer que leur notation implique que tous les dérivés d'un corps dextrogyre, par exemple, doivent être dextrogyres. »

([1]) Berthelot, *Mécanique chimique*, II, p. 282; *voir* aussi p. 176. Consulter aussi les conclusions de la dernière Note de M. G. Charpy (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 359).

([2]) Guye, *loc. cit.*, p. 198.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une série de composés nouveaux : l'acide chromosulfurique et les chromosulfates métalliques*. Note de M. A. RECOURA (¹).

« Dans un Mémoire récent, j'ai décrit la préparation et les propriétés d'un composé isomère du sulfate de sesquioxyde de chrome $Cr^2 3SO^4$, que j'ai appelé provisoirement *sulfate vert de chrome,* bien que ce corps ne présente ni les caractères d'un sulfate, ni ceux d'un sel de chrome. J'ai montré, en effet, que ce composé ne se prête pas aux doubles décompositions; ainsi, par exemple, sa dissolution ne précipite pas par le chlorure de baryum, comme le font tous les sulfates. J'en ai conclu que ce corps n'est pas un sel, mais un composé d'une nature particulière.

» Je me propose de démontrer, dans cette Note, qu'une molécule de ce composé peut se combiner avec une molécule d'acide sulfurique ou d'un sulfate métallique quelconque, pour donner naissance à des composés tels que $Cr^2 3SO^4, SO^4H^2$ ou $Cr^2 3SO^4, SO^4K^2$ ou bien $Cr^2 3SO^4, SO^4Zn$, etc., *composés dans lesquels tout l'acide sulfurique est dissimulé, aussi bien celui du sulfate métallique que celui du composé chromique,* tandis que, au contraire, le métal K, Zn, etc., peut être mis en évidence par ses réactifs ordinaires, de telle sorte que l'on doit considérer ces corps, qui ne sont ni des sulfates, ni des sels de chrome, comme des sels d'un acide particulier

$$(Cr^2 4SO^4)H^2,$$

acide à radical complexe comme l'acide chromocyanhydrique et l'acide chromoxalique; je l'appelle *acide chromosulfurique*.

» L'expérience fondamentale qui établit l'existence de ces composés est la suivante : on mêle une dissolution renfermant une molécule du composé $Cr^2 3SO^4$, avec une dissolution renfermant une molécule d'acide sulfurique ou d'un sulfate métallique quelconque, par exemple une molécule de sulfate de cuivre. La combinaison a lieu instantanément, car si l'on verse dans la liqueur ainsi obtenue du chlorure de baryum, on n'observe aucun précipité. La liqueur ne renferme donc pas de sulfate; l'acide sulfurique du sulfate a donc été englobé dans le radical chromique. La liqueur ne présente pas non plus les réactions d'un sel chromique, mais elle présente toutes les réactions des sels de cuivre; c'est donc une dissolution de chromosulfate de cuivre $(Cr^2 4SO^4)Cu$.

(¹) Laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lyon.

» Je dois dire, toutefois, que le radical de ces sels est instable (dans les chromosulfates dissous seulement). Ainsi, au bout d'une demi-heure, quelquefois moins suivant la nature du composé, la dissolution commence à précipiter par le chlorure de baryum; elle précipite immédiatement si on la porte à l'ébullition. Il est également indispensable, pour observer l'absence de formation de sulfate de baryum, de n'opérer qu'avec des liqueurs extrêmement étendues; sans cela, le radical chromique est décomposé et on observe un précipité.

» Voici les modes de préparation de ces différents sels à l'état solide, et leurs propriétés.

» *Acide chromosulfurique :* $(Cr^3 4SO^4)H^2, 11H^2O$. — Pour préparer ce composé *à l'état solide,* je réduis par l'alcool l'acide chromique en présence d'une quantité convenable d'acide sulfurique et de la plus petite quantité d'eau possible. Comme cette préparation est délicate, je la décrirai en détail. Je mêle 50^{gr} d'acide chromique avec 25^{gr} d'eau et 50^{cc} d'acide sulfurique concentré. Je verse goutte à goutte dans cette bouillie 15^{cc} d'alcool à 95°, en ayant soin que la température ne dépasse pas 30°. On obtient ainsi un liquide vert, sirupeux, que l'on essore pour le séparer de l'acide chromique non réduit; puis on le triture dans un mortier avec son volume d'acide acétique cristallisable; celui-ci précipite l'acide chromosulfurique de sa dissolution, et l'on obtient une bouillie verte, que l'on essore rapidement à la trompe pour séparer l'acide acétique; on abandonne ensuite le composé dans le vide, jusqu'à ce qu'il n'ait plus d'odeur.

» On obtient ainsi une poudre verte, ayant pour composition $(Cr^2 4SO^4)H^2, 11H^2O$. C'est l'acide chromosulfurique. Cet acide, comme le composé $Cr^2 3SO^4, 11H^2O$, est très hygroscopique et tombe rapidement en déliquescence à l'air humide. Mais dans l'air sec il se conserve indéfiniment. Au contraire, sa dissolution est très instable. Cette instabilité provient, d'une part, de sa faible chaleur de formation à l'état dissous qui est de $0^{cal},7$ seulement, et, d'autre part, de l'instabilité du composé $Cr^2 3SO^4$ qui, dès qu'il est dissous, commence à se transformer en sulfate violet de chrome

$$Cr^2 3SO^4 \text{ vert diss.} + SO^4H^2 \text{ diss.} = (Cr^2 4SO^4)H^2 \text{ diss.} \ldots\ldots + 0^{cal},7$$
$$Cr^2 3SO^4, 11H^2O \text{ vert sol.} + SO^4H^2 \text{ liq.} = (Cr^2 4SO^4)H^2, 11H^2O \text{ sol.} \ldots + 10^{cal}$$

» Cette instabilité de l'acide chromosulfurique dissous se manifeste de plusieurs façons. En premier lieu, la dissolution qui, au début, est d'un beau vert, vire peu à peu au bleu; au bout de quelques jours, elle n'est plus qu'un mélange de sulfate violet de chrome et d'acide sulfurique. Pendant les premiers moments, elle ne précipite pas par le chlorure de baryum, mais elle commence à précipiter au bout d'une demi-heure, ou bien immédiatement si on la chauffe. En second lieu, l'intégrité du radical n'est respectée par les réactifs de l'acide sulfurique et du sulfate de chrome qu'en liqueur très étendue et par les réactifs pas trop énergiques.

» La chaleur de neutralisation par la soude de l'acide chromosulfurique dissous est de $33^{cal},2$; celle de l'acide sulfurique dans les mêmes conditions est $31^{cal},7$. L'acide

chromosulfurique est donc un acide sensiblement plus énergique que l'acide sulfurique.

» *Chromosulfate de potassium* $[Cr^2 4SO^4]K^2, 4H^2O$. — Pour obtenir ce composé à l'état solide, on ne peut songer à faire cristalliser sa dissolution, car elle est instable et se transforme en quelques jours en une dissolution d'alun de chrome. *Le procédé de préparation le plus simple du sel solide consiste à déshydrater partiellement par la chaleur l'alun de chrome* $Cr^2 3SO^4, K^2SO^4, 24H^2O$. On maintient d'abord l'alun à 90° pendant quelques heures; dans ces conditions, il perd 12 molécules d'eau. On peut alors le chauffer à 110° sans qu'il fonde. On le maintient à cette température jusqu'à ce qu'il ne renferme plus que 4 molécules d'eau. On obtient ainsi un sel vert qui est le chromosulfate de potassium $[Cr^2 4SO^4]K^2, 4H^2O$. En effet, si l'on met ce composé au contact de l'eau froide, il commence à se dissoudre au bout d'une heure, et sa dissolution est complète au bout de plusieurs heures. Cette dissolution étendue ne précipite pas par le chlorure de baryum; elle ne renferme donc pas de sulfate de potassium. Elle ne présente pas non plus les caractères d'un sel de chrome. Mais elle précipite immédiatement par le chlorure de platine ou l'acide picrique; c'est donc un sel de potassium. Le sel *solide* ne renferme pas non plus de sulfate de potassium, car sans cela il céderait ce sulfate à l'eau pendant la première heure, ce qui n'a pas lieu. *L'alun de chrome solide, déshydraté partiellement, est donc du chromosulfate de potassium.*

» *Chromosulfate de sodium* $[Cr^2 4SO^4]Na^2, 10H^2O$. — On le prépare comme celui de potassium, en déshydratant partiellement par la chaleur l'alun de sodium. C'est une poudre vert pâle, se dissolvant en quelques minutes dans l'eau froide.

» *Chromosulfate d'ammoniaque* $[Cr^2 4SO^4](AzH^4)^2, 5H^2O$. — On le prépare comme les précédents; c'est une poudre verte se dissolvant dans l'eau en quelques minutes.

» *Deuxième méthode.* — J'ai préparé les chromosulfates alcalins par une deuxième méthode qui consiste à réduire, par l'alcool, le mélange de bichromate et d'acide sulfurique, comme pour préparer l'alun, *mais en opérant en présence d'une très faible quantité d'eau.* On obtient dans ces conditions, au lieu de l'alun, le chromosulfate, et sous cette forme il est immédiatement soluble dans l'eau.

» Dans un prochain Mémoire, j'exposerai cette méthode avec plus de détails, et je décrirai les autres chromosulfates métalliques. Je ferai voir également que *le composé* $Cr^2 3SO^4$ *peut fixer, non seulement* 1 *molécule, mais* 2 *et* 3 *molécules d'acide sulfurique ou de sulfate,* pour donner des sels correspondant aux deux acides $[Cr^2 5SO^4]H^4$ et $[Cr^2 6SO^4]H^6$. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination de combinaisons formées par les solutions aqueuses de perséite sur les molybdates acides de soude et d'ammoniaque.* Note de M. **D. Gernez.**

« La perséite étudiée, il y a huit ans, par MM. Müntz et Marcano ([1]) a été considéré par ces savants comme n'exerçant pas d'action sur la lumière polarisée; récemment M. Maquenne, qui a fixé la formule de ce corps, l'a indiqué comme *inactif ou peut-être très légèrement lévogyre* ([2]). J'ai reconnu qu'il est comme la mannite ordinaire faiblement lévogyre. Au contact de l'acide molybdique ou des molybdates alcalins acides il donne des solutions aqueuses fortement dextrogyres; j'ai réalisé sur ces solutions des expériences analogues à celles que j'ai publiées sur la mannite et la sorbite ([3]).

» La solubilité de la perséite dans l'eau n'est pas considérable, mais cette circonstance n'empêche pas de faire usage de solutions concentrées : car ses combinaisons avec les molybdates alcalins acides sont très solubles dans l'eau et, en ce qui concerne les solutions qui contiennent trop peu de sel pour que la combinaison soit complète, on a la ressource d'employer des solutions sursaturées qu'il est facile de conserver assez longtemps pour les expériences.

» Les solutions sur lesquelles j'ai opéré contenaient $0^{gr},8833$ de perséite avec des quantités de sel graduellement croissantes par fractions du poids moléculaire égales à $\frac{1}{24}$ et l'eau distillée nécessaire pour que le volume de la solution fût 12^{cc} à $15°$, température à laquelle ont été faites toutes les mesures.

» La longueur du tube employé était 200^{mm}, et les rotations étaient déterminées à la lumière du sodium avec les dispositions que j'ai indiquées antérieurement.

» La solution de perséite pure contenant $0^{gr},8833$ dans 12^{cc}, et par conséquent sursaturée, présentait une rotation de $-0°11'$, la densité de

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. III, p. 279.
([2]) *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XIX, p. 10.
([3]) *Comptes rendus,* t. CXII, p. 1360, et t. CXIII, p. 10 et 31.

la solution étant 1,0285, il en résulte, pour le pouvoir rotatoire moléculaire de la perséite, la valeur $[\alpha]_D = -1^\circ 12'$.

» Le Tableau suivant donne les résultats des expériences :

Quantités de sel par $\frac{1}{24}$ du poids moléculaire m.	Molybdate acide de soude.		Molybdate acide d'ammoniaque.	
	Rotations.	Variations par $\frac{1}{24}$ de m.	Rotations.	Variations par $\frac{1}{24}$ de m.
1	+0° 59'	1° 10'	+0° 57'	1° 14'
2	2.10	1.11	2. 9	1.12
3	3.21	1.11	3.21	1.12
4	4.34	1.13	4.33	1.12
5	5.46	1.12	5.42	1. 9
6	6.55	1. 9	6.51	1. 9
6,5	7.10	0.30	7.11	0.40
6,75	7.11	+0. 4	7.12	+0. 4
6,857	7. 5	—0.55	7. 5	—1. 5
7	6.56	0.55	6.54	1.16
7,5	6.30	0.52	6.27	0.54
8	6. 1	0.58	6. 2	0.50
9	5.16	0.45	5.15	0.47
10	4.33	0.43	4.37	0.38
11	4. 9	0.24	4.18	0.19
12	3.48	0.21	4.55	0.23
13	3.39	9	»	«
14	3.29	10	»	»
15	3.18	11	»	»
16	3. 8	10	»	»
20	2.45	6	2.53	0.8
24	2.35	2,5	»	»
28	2.25	2,5	»	»

» I. *Perséite et molybdate de soude.* — L'examen de ces nombres conduit à diverses remarques :

» 1° La rotation de la solution aqueuse, qui est $-0^\circ 11'$, devient positive pour l'addition d'une quantité de sel qui représente environ $\frac{1}{150}$ du poids moléculaire de molybdate ; elle augmente de quantités égales lorsqu'on ajoute sous le même volume des poids égaux de sel, ce qui conduit à admettre que, pour chacun de ces poids, il y a combinaison avec des poids correspondants de perséite.

» 2° La rotation qui augmente très régulièrement jusqu'à ce qu'on ait

ajouté $\frac{6}{24}$ ou $\frac{1}{4}$ du poids moléculaire de molybdate atteint une valeur maxima pour une quantité un peu supérieure qui est $\frac{6,75}{24}$ du poids moléculaire. Ces proportions correspondraient à une combinaison entre 1 molécule de perséite et $1^{mol},969$ ou près de 2 molécules d'acide molybdique si l'on admet que les formules $C^7H^{16}O^7$ et $3\,Na^2O.7MoO^3.11H^2O$ représentent la composition de la perséite et du molybdate acide de soude. Mais en envisageant strictement les résultats de l'expérience, on constate que pour 2 molécules d'acide molybdique le poids de sel correspondant serait $\frac{6,857}{24}$ du poids moléculaire, or pour l'addition de cette quantité de sel, la rotation observée $7°5'$ est inférieure à la rotation qui correspond à $\frac{6,75}{24}$. On peut cependant interpréter ces résultats, comme je l'ai fait dans les cas de la mannite et de la sorbite, en remarquant que, tandis que l'acide molybdique seul a une action très prononcée sur la perséite, le molybdate neutre de soude ne change en rien son pouvoir rotatoire, et l'on est conduit ainsi à supposer que le molybdate acide de soude agirait par l'excès d'acide molybdique qu'il contient. Dans cette hypothèse, le maximum correspondrait à la présence simultanée dans la dissolution de 8 molécules de perséite et de 9 molécules d'acide molybdique, défalcation faite du molybdate neutre de soude.

» 3° Au delà du maximum, la rotation diminue graduellement, ce qui indique qu'il y a dissociation de la combinaison précédemment formée et tendance vers d'autres équilibres.

» II. *Perséite et molybdate d'ammoniaque*. — Les résultats des expériences faites avec la perséite et le molybdate acide d'ammoniaque

$$3(AzH^4)^2O.7MoO^3,2H^2O$$

donnent lieu à des conclusions identiques aux précédentes. Il y a plus, la presque identité des nombres obtenus pour les mêmes rapports moléculaires entre la perséite et les deux sels acides de soude et d'ammoniaque que l'on fait réagir sur ce corps, montre que la nature des alcalis n'a qu'une influence extrêmement faible, sinon nulle, sur le phénomène : c'est une conséquence qui résulte aussi des expériences que j'ai publiées antérieurement sur l'action que la mannite et la sorbite éprouvent de la part des molybdates acides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la soude et du cyanure de potassium sur la chlorodiamylamine.* Note de M. A. **Berg**, présentée par M. Friedel.

« *Action de la soude alcoolique. Amylamylidènamine.* — Le dérivé chloré de la diamylamine (1 molécule) est additionné d'une solution alcoolique de soude (1 molécule). Au bout de peu de temps, à froid, le liquide se trouble et laisse déposer du sel marin. On abandonne la réaction à elle-même, puis on la termine en chauffant au réfrigérant ascendant. Après avoir chassé la majeure partie de l'alcool par distillation, on ajoute de l'eau au résidu, ce qui sépare une couche huileuse qui est décantée, lavée à l'eau et desséchée sur potasse.

» En distillant ce produit, la plus grande partie passe entre 175° et 180°. Cette portion est formée par un mélange de diamylamine et d'une autre base que l'on ne peut en séparer par distillation, les points d'ébullition étant trop rapprochés.

» Traité par l'acide chlorhydrique, ce mélange se dissout, puis le liquide se trouble et exhale l'odeur du valéral, que l'on peut mettre en évidence par distillation. Le liquide ainsi privé de valéral laisse déposer par refroidissement du chlorhydrate de diamylamine, et si l'on ajoute à l'eau mère du chlorure de platine, on obtient un précipité de lamelles jaunes que l'analyse indique être du chloroplatinate de monoamylamine.

» La base qui accompagne la diamylamine se dédouble donc par les acides en valéral et amylamine. C'est l'amylamylidènamine $\begin{matrix} C^5H^{11} \\ C^5H^{10} \end{matrix} \Big\rangle Az$ formée d'après l'équation

$$\begin{matrix} C^5H^{11} \diagdown \\ C^5H^{11}—Az \\ Cl \diagup \end{matrix} + NaOH = NaCl + H^2O + \begin{matrix} C^5H^{11} \\ C^5H^{10} \end{matrix} \Big\rangle Az.$$

» J'ai également obtenu cette base par l'action du valéral sur l'amylamine à molécules égales. Le mélange s'échauffe très fortement, se trouble et laisse déposer de l'eau. La couche supérieure, séchée sur la potasse et distillée, fournit le corps pur.

» C'est un liquide incolore, plus léger que l'eau, ayant une odeur qui rappelle celle de ses deux composants. Son point d'ébullition est 180°-181° à 764^{mm}.

» Les acides la dissolvent, mais la dédoublent ensuite, surtout à l'ébullition en valéral et amylamine.

$$\begin{matrix} C^5H^{11} \\ C^5H^{10} \end{matrix} \Big\rangle Az + H^2O + HCl = \begin{matrix} C^5H^{11} \diagdown \\ H — Az.HCl \\ H \diagup \end{matrix} + C^5H^{10}O.$$

» Avec la solution incolore de fuchsine dans l'acide sulfureux, elle donne une coloration et un précipité violets.

» Une molécule de base réagit à froid et avec un léger échauffement sur deux molécules d'iodure de méthyle. Il se forme un liquide épais, lourd, qui envahit toute la masse lorsqu'on chauffe au bain-marie. Ce liquide est, en partie, formé par un iodhydrate soluble dans l'eau.

» *Action du cyanure de potassium. Diamylcyanamide.* — On ajoute au dérivé chloré dissous dans l'alcool à 90° la quantité calculée de cyanure de potassium (molécule à molécule) dissoute dans le moins d'eau possible. On chauffe à l'ébullition au réfrigérant ascendant pendant quelques heures, puis on distille l'alcool et l'on ajoute de l'eau au résidu, ce qui sépare une couche huileuse plus légère que l'eau. On lave ce liquide à l'acide sulfurique étendu qui enlève une certaine quantité de bases.

» La partie insoluble distillée dans le vide passe entièrement à 143°-144° sous une pression de 20^{mm}.

» Le liquide obtenu donne à l'analyse des nombres concordant avec la formule de la diamylcyanamide.

$$\begin{matrix} C^5H^{11} \searrow \\ C^5H^{11} — Az. \\ CAz \nearrow \end{matrix}$$

» De plus, traité par l'acide chlorhydrique à 160°, il se dédouble en acide carbonique, ammoniaque et diamylamine, ce qui confirme la formule précédente.

» La diamylcyanamide est un liquide un peu épais, incolore, plus léger que l'eau, possédant une odeur faible. Elle ne bout pas sans décomposition à la pression ordinaire, mais peut être distillée sans altération dans le vide. Elle se dissout dans l'acide chlorhydrique concentré, mais est précipitée par l'eau de cette solution.

» Je continue l'étude des réactions des dérivés chlorés des amylamines, ainsi que des dérivés chlorés des autres bases (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le métaphényltoluène.* Note de M. G. **Perrier**, présentée par M. Friedel.

« Sur les trois phényltoluènes isomériques que prévoit la théorie, deux seulement étaient connus jusqu'à présent : l'ortho (Barbier) et le para (Carnelley et Thomson). Je me suis proposé de compléter cette étude en préparant le composé *méta*.

(¹) Travail fait à la Faculté des Sciences de Marseille, laboratoire de M. Duvillier.

» J'ai fait réagir, suivant la méthode de M. Fittig, un excès de sodium sur un mélange à molécules égales de métabromotoluène et de bromure de phényle dissous dans l'éther anhydre et chauffé à reflux entre 40° et 50° pendant cent cinq heures environ. La réaction terminée, le liquide débarrassé d'éther est soumis à une première distillation. On recueille le produit passant de 245°-275° constitué par du diphényle et le nouvel hydrocarbure, on le soumet à l'action d'un mélange de glace et de sel : la plus grande partie du diphényle cristallise et est séparé à la trompe. Après une série de distillations suivies de congélations au moyen du chlorure de méthyle, on obtient un liquide qui, distillé sur du sodium, ne donne plus de combinaison avec le réactif de Fritzsche et a un point d'ébullition constant = 270°. Ce liquide d'odeur aromatique et ne se solidifiant pas à — 23° a donné à l'analyse les résultats suivants :

	gr
Matière employée	0,172
Acide carbonique	0,585
Eau	0,114

ce qui fait, en centièmes,

		Calculé pour $C^{13}H^{12}$.
Carbone	92,75	92,85
Hydrogène	7,32	7,14

» C'est donc bien le métaphényltoluène. Oxydé par l'acide azotique dilué ($d = 1,14$), il s'est transformé en acide métadiphénylcarbonique cristallisant en lamelles nacrées fondant à 159° et identique par ses propriétés à celui qu'ont obtenu : Schmidt et Schultz en oxydant l'isodiphénylbenzol, Barth et Schrœder en fondant une partie d'acide benzoïque avec six parties de potasse. Mais les méthodes indiquées par ces auteurs ne paraissent pas fixer la constitution de cet acide avec autant de certitude que l'oxydation directe de l'hydrocarbure correspondant indiquée ci-dessus.

» Dans la préparation du métaphényltoluène, j'ai obtenu comme produit secondaire du métaditolyle passant de 287°-288° en quantité suffisante pour l'analyser et étudier l'acide monobasique résultant de son oxydation incomplète, acide qui n'avait pas encore été signalé.

» On prépare cet acide en oxydant le métaditolyle par l'acide azotique dilué ($d = 1,14$). L'acide, purifié par la cristallisation de son sel de magnésium, est précipité de la solution de ce sel par l'acide sulfurique. Dissous dans l'alcool, il y cristallise en aiguilles soyeuses fondant à 204°, solubles dans l'éther, le chloroforme, peu solubles dans l'eau.

» Son analyse élémentaire a fourni les résultats suivants :

	gr
Matière employée	0,103
Acide carbonique	0,2993
Eau	0,053

ce qui fait, en centièmes,

		Calculé pour $C^{14}H^{12}O^{2}$.
Carbone	79,19	79,24
Hydrogène	5,72	5,66
Oxygène	»	»

» Tous les sels correspondant à cet acide cristallisent bien et sont en général peu solubles dans l'eau ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la présence de la mannite et de la sorbite dans les fruits du laurier-cerise.* Note de MM. **Camille Vincent** et **Delachanal**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons traité les fruits du laurier-cerise cueillis en pleine maturité au milieu du mois de septembre dernier, pour y rechercher les matières sucrées non fermentescibles; nous en avons extrait la mannite et la sorbite ordinaire lévogyre. Le traitement que nous avons employé est le suivant :

» Les fruits ont été broyés, puis la pâte épaisse obtenue a été additionnée d'eau en quantité suffisante pour former une bouillie claire qui a été abandonnée à la fermentation naturelle.

» Un échantillon de la matière additionnée d'acétate de plomb et filtrée réduisait la liqueur de Fehling.

» Une fermentation active s'est bientôt déclarée, et au bout de quelques jours, lorsqu'elle a été terminée, on a pressé la masse de façon à en extraire le liquide clair.

» Ce liquide, fortement coloré en rouge foncé, a été traité par le sous-acétate de plomb en très léger excès, ce qui a produit un abondant précipité qu'on a séparé.

» La liqueur claire, presque complètement décolorée, a été traitée par l'hydrogène sulfuré, afin de précipiter le plomb, puis concentrée dans le vide jusqu'à sirop épais. Ce sirop s'est transformé, au bout de vingt-quatre heures, en une masse cristallisée formée de fines aiguilles allongées qui a été soumise à l'action de la presse.

» On a obtenu ainsi une masse solide blanche et un liquide sirupeux.

» La matière solide a été purifiée par plusieurs cristallisations successives dans l'eau; elle a donné finalement des cristaux parfaitement purs auxquels nous avons reconnu tous les caractères de la mannite, à savoir :

» 1° L'aspect soyeux et la forme des cristaux;

» 2° La solubilité dans l'eau;

» 3° Le point de fusion, 165°;

» 4° La propriété de former avec l'aldéhyde benzoïque un acétal cristallisé fusible à 208°;

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de la Faculté des Sciences de Caen.

» 5° L'inaction sur la liqueur de Fehling.

» Le liquide sirupeux obtenu précédemment, additionné de deux fois son volume d'alcool froid, a laissé déposer une masse très épaisse renfermant les dernières portions de mannite. Ce dépôt étant séparé, le liquide a été soumis à la distillation pour enlever l'alcool. Le résidu sirupeux traité à froid par l'acide sulfurique à 50 pour 100 et l'aldéhyde benzoïque, puis abandonné au repos pendant vingt-quatre heures, a donné un acétal blanc, amorphe, qui a été lavé à l'eau, et ensuite décomposé à l'ébullition par de l'eau chargée de 5 pour 100 d'acide sulfurique.

» La liqueur débarrassée de l'acide sulfurique au moyen de la baryte, puis agitée avec de l'éther et concentrée dans le vide à consistance sirupeuse, n'a pas tardé à abandonner des cristaux qui ont été délayés dans de l'alcool 85 pour 100 et recueillis sur un filtre.

» La matière, traitée ensuite par l'alcool 90°, a été desséchée au-dessus de l'acide sulfurique; son point de fusion a été trouvé situé à 76° comme celui de la sorbite anhydre extraite des baies de sorbier, la sorbite hydratée $C^6H^{14}O^6, \frac{1}{2}H^2O$ fondant à 57°, d'après notre détermination.

» Nous avons constaté que cette substance ne réduisait nullement la liqueur de Fehling, enfin qu'elle déviait à gauche le plan de polarisation, et que son pouvoir rotatoire était de — 1°,73 pour le rayon jaune du gaz salé, correspondant avec celui de la sorbite extraite du sorbier.

» L'ensemble de ces propriétés nous a permis de caractériser la sorbite ordinaire lévogyre.

» Après les travaux publiés par M. Linnemann (*Bulletin de la Société chimique*, 1863) sur l'hydrogénation du sucre interverti; par M. Meunier (*Comptes rendus*, t. II, p. 49) sur l'hydrogénation du glucose, par M. E. Fischer (*D. ch. G.*, t. XXIII, p. 3684) sur les produits de réduction du fructose; enfin par nous (*Comptes rendus*, février 1889) sur la présence de la sorbite seule dans les fruits des Rosacées, il est intéressant de rencontrer la mannite et la sorbite réunies dans un même fruit.

» Nous croyons pouvoir conclure d'après notre recherche que ces deux alcools sont en proportions égales dans les fruits du laurier-cerise, quoique la constatation de ce fait soit incertaine, à cause des pertes de sorbite lors de sa précipitation à l'état d'acétal benzoïque. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de formation des carballylates de potasse.* Note de M. G. **Massol**.

« Après avoir déterminé les chaleurs de formation des sels alcalins des acides organiques bibasiques, il m'a paru intéressant d'étudier celles des

acides tribasiques. J'ai choisi l'acide tricarballylique, qui est celui des triacides connus qui offre la constitution atomique la plus symétrique.

» A. L'acide que j'ai employé est blanc, anhydre et très pur. Il fond à 163° C. (Simpson indique 158°, Wichelhaüs, 155°, et Beilstein, 166°). Il est très soluble dans l'eau et absorbe $-6^{Cal},55$ (pm = 176 dans 6^{lit}).

» B. *Carballylate monopotassique.* — Chaleur de neutralisation :

$$C^6H^6O^6(pm = 6^{lit}) + KOH(pm = 2^{lit})\ldots \quad +13^{Cal},20$$

» La dissolution, évaporée à 100°, donne une masse blanche dure, non déliquescente, correspondant au sel à $2H^2O$. Cet hydrate se dissout avec une grande absorption de chaleur : $-12^{Cal},20$. Chauffé à 120°, il perd 1 molécule d'eau et donne le sel monohydraté, qui se dissout en absorbant $-7^{Cal}.48$. Enfin, à 140°, il se déshydrate complètement. La chaleur de dissolution du sel anhydre est de $-6^{Cal},68$.

» C. *Carballylate bipotassique.* — Chaleur de neutralisation :

$$C^6H^6O^6\ (pm = 6^{lit}) + 2KOH(pm = 2^{lit})\ldots \quad +26^{Cal},97$$
$$C^6H^7O^6K(pm = 8^{lit}) + KOH(pm = 2^{lit})\ldots \quad +13^{Cal},77$$

» La dissolution évaporée donne des cristaux affectant la forme de lamelles appartenant au système orthorhombique. Ils se déshydratent complètement à 100°. La chaleur de dissolution du sel anhydre est $-3^{Cal},96$.

» C. *Carballylate tripotassique.*

$$C^6H^8O^6\ (pm = 6^{lit}) + 3KOH(pm = 2^{lit})\ldots \quad +39^{Cal},72$$
$$C^6H^6O^6K^2(pm = 10^{lit}) + KOH(pm = 2^{lit})\ldots \quad +12^{Cal},75$$

» On obtient, par évaporation des dissolutions aqueuses, une masse sirupeuse qui s'épaissit lentement et se solidifie par refroidissement. La déshydratation ne s'effectue qu'à 130°-135°; le sel anhydre dégage $+3^{Cal},10$ en se dissolvant dans 12^{lit} d'eau.

» E. Les chaleurs de formation des trois carballylates de potasse, calculées d'après les données précédentes, sont les suivantes :

$$C^6H^6O^6 \text{ sol.} + KOH \text{ sol.} = C^6H^7O^6K \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.}\ldots\ldots \quad +27^{Cal},22$$
$$C^6H^8O^6 \text{ sol.} + 2KOH \text{ sol.} = C^6H^6O^6K^2 \text{ sol.} + 2H^2O \text{ sol.}\ldots\ldots \quad +52,16$$
$$C^6H^8O^6 \text{ sol.} + 3KOH \text{ sol.} = C^6H^5O^6K^3 \text{ sol.} + 3H^2O \text{ sol.}\ldots\ldots \quad +71,74$$

ce qui donne, pour chaque molécule de potasse,

	Cal
1er KOH	+27,22
2e KOH	+24,94
3e KOH	+19,58

et, pour la chaleur de combinaison moyenne, $\frac{1}{3}C^6H^5O^6K^3 = 23^{Cal},91$.

» Ces déterminations permettent de constater :

» 1° Que les quantités de chaleur dégagées par la combinaison succes-

sive de 3 molécules de potasse avec 1 molécule d'acide carballylique décroissent progressivement;

» 2° Que la chaleur de combinaison moyenne est supérieure à celle des acides monobasiques.

» Ces résultats sont identiques à ceux que j'ai publiés précédemment pour les acides organiques bibasiques à fonctions simples. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la densité des textiles.* Note de M. **de Chardonnet**, présentée par M. Mascart.

« Dans la dernière séance de l'Académie, M. Léo Vignon a présenté une méthode pour déterminer la densité des textiles, actuellement employée dans les laboratoires de Lyon. Cette méthode peut être utile pour des comparaisons commerciales, mais elle ne donne pas la densité réelle des textiles : les résultats sont trop faibles, parce que l'air n'est pas complètement éliminé (et il ne peut l'être en quelques minutes). Au reste, il suffit de comparer les chiffres de M. Léo Vignon aux chiffres connus et admis (voir l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*) : pour le coton, M. Léo Vignon trouve 1,50, tandis que le chiffre réel est 1,95 ; pour la laine, M. Léo Vignon trouve 1,30, tandis que la densité connue est 1,61.

» Quant à la soie, voici la méthode que j'ai employée ; elle est analogue à ce qui se fait pour les matières pulvérulentes :

» Une échevette du textile essayé est coupée en tronçons n'ayant pas plus de 1^{mm} de long, et cette poussière est mise en suspension sous forme d'un léger nuage, dans une solution étendue de borotungstate de cadmium (la densité de cette solution doit être voisine de celle que l'on cherche).

» On place le tout dans le vide, on agite, on laisse rentrer l'air, et on recommence successivement cette opération pendant plusieurs heures. Quand les fibrilles sont complètement pénétrées de liquide, on ajoute de la solution concentrée de borotungstate de cadmium ou de l'eau, goutte à goutte, jusqu'à ce que les fibres flottent entre deux eaux. On laisse alors reposer, on corrige s'il y a lieu la densité du liquide avec du borotungstate ou de l'eau, et on laisse reposer à nouveau. Quand le nuage a conservé la même densité partout pendant plusieurs heures, on filtre à l'abri de l'évaporation et on prend la densité du liquide par la méthode du flacon, densité évidemment égale à celle du textile.

» La densité des échantillons essayés a été trouvée : pour la grège 1,66, et pour la soie cuite environ 1,43. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la recherche de l'huile de résine dans l'essence de térébenthine.* Note de M. **Zune**.

« Ayant été mis à même, pendant un récent séjour à Arcachon, de suivre de près la fabrication des divers produits que l'industrie française retire de la térébenthine brute ou *gemme*, récoltée dans les forêts de pin maritime des Landes et de la Gironde, il m'a paru intéressant d'en faire l'étude réfractométrique et de rechercher si la connaissance des indices de réfraction ne permettrait point de découvrir la présence des huiles de résine dans les essences de térébenthine.

» Pour ce faire, il suffit d'examiner au réfractomètre l'essence soupçonnée, soit directement, soit après l'avoir soumise à une distillation fractionnée, en recueillant, par exemple, successivement et séparément les trois premiers quarts du produit et déterminant leur indice, ainsi que celui du dernier quart resté dans la cornue ou l'alambic. Si l'essence est pure, la différence entre l'indice du premier quart et celui du dernier ne devra pas être supérieure à 400 unités du cinquième ordre des décimales et sera presque toujours même inférieure à 350, tandis que la présence de 1 pour 100 seulement d'huile de résine la porterait, dans les conditions les plus défavorables à l'analyste, à plus de 600 unités.

» Lorsque la fraude est égale ou supérieure à 4 pour 100, la détermination de l'indice du produit soupçonné suffit amplement, mais la distillation ne devra cependant être négligée que si la conviction de l'expert est absolue, c'est-à-dire si la fraude est assez considérable pour qu'il ne puisse exister le moindre doute dans son esprit. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Nitrification comparée de l'humus et de la matière organique non altérée, et influence des proportions d'azote de l'humus sur la nitrification.* Note de M. **P. Pichard**. (Extrait.)

« ... L'humus est plus résistant que les engrais verts à l'action destructive des microbes et des agents calcaires; la production de carbonate d'ammoniaque y est très lente et très faible, mais la nitrification s'en produit au fur et à mesure, sous l'action des sels calcaires, notamment du carbonate qui réduit ainsi les pertes d'azote par volatilisation. Avec la

matière organique intacte, la production de carbonate d'ammoniaque est rapide et abondante, et la perte, au contact du calcaire, peut être considérable, la nitrification marchant beaucoup plus lentement que la formation d'ammoniaque; ce fait explique pourquoi le plâtre, fixant le carbonate d'ammoniaque à l'état de sulfate, s'est montré plus efficace dans le tourteau que dans l'humus.

» L'humus plâtré garde assez longtemps une réaction acide qui entrave la nitrification, effet qui disparaît par l'association avec la chaux ou le calcaire. Il y a, en outre, désoxydation assez rapide du sulfate de chaux dans l'humus, production de sulfure de calcium et même d'hydrogène sulfuré, défavorable à la nitrification. L'action du plâtre est surtout avantageuse dans les sols peu humides, bien aérés, où la désoxydation du sulfate de chaux peut être suivie, à bref délai, d'une réoxydation du sulfure de calcium, comme je l'ai montré dans mes expériences de 1883-84 (*Comptes rendus,* 16 mai 1884), où l'action nitrifiante du plâtre, en terres sableuses avec tourteau d'arachides, a été bien supérieure à celle du carbonate de chaux. La dose de plâtre employée dans les expériences actuelles est énorme, 5^{gr} par kilogramme. Dans la pratique, il suffirait d'une dose 30 à 50 fois moindre (400^{kg} à 500^{kg} à l'hectare).

» Les proportions d'azote nitrifié dans deux terres végétales diluées par un sable granitique, de manière à les ramener à la même teneur en azote au début de l'expérience, sont sensiblement égales pour chaque cas particulier dans les deux séries, fait qui indiquerait une certaine constance en fixité dans la constitution de l'humus, quelle qu'en soit la richesse en azote.

» Dans les terres végétales mêmes, à 3^{gr} et 5^{gr} d'azote, non diluées avec le sable granitique, les agents nitrificateurs, employés aux mêmes doses, ont produit des effets de même sens que dans les mélanges à 1^{gr} d'azote. Les quantités absolues d'azote nitrique formé s'élèvent avec la teneur en azote. Mais les proportions d'azote nitrifié, par rapport à l'azote organique initial, vont en diminuant, à mesure que la quantité de ce dernier augmente.

		Pour 100.	Azote nitrifié pour 100.
Terre et calcaire........	à 1^{gr} d'azote........	9,65	9,98
	à 3^{gr} et 5^{gr} d'azote...	3,67	2,94
Terre, calcaire et plâtre.	à 1^{gr} d'azote........	10,15	10,40
	à 3^{gr} et 5^{gr} d'azote...	4,53	3,48

» Dans un précédent travail (*Comptes rendus*, 11 janvier 1892), j'ai montré que l'influence de la proportion d'azote sur la nitrification de la matière organique azotée non altérée est de même sens et que le décroissement des gains en azote nitrique y est encore plus rapide, à cause de la grande quantité de carbonate d'ammoniaque produit, constituant un milieu défavorable à la nitrification. Ici, la raison du décroissement est autre, vu la grande lenteur avec laquelle se produit l'ammoniaque. Il y a lieu de penser que l'abondance de l'humus rend l'action oxydante de l'air traversant la masse relativement moins efficace quant à la nitrification, et que, pour obtenir la même proportion d'azote nitrifié, il faudrait élever les doses des agents nitrificateurs et augmenter les aérations, en raison de la teneur en azote organique.

» Malgré la nitrification lente de l'humus, la production d'azote nitrique dans les terres sableuses, riches en humus et très pauvres en calcaire, suffirait encore aux besoins de la végétation, si une grande portion des nitrates n'était perdue, entraînée par les eaux.

» En comptant 200^{kg} pour poids minimum de la terre végétale au mètre carré, les quantités d'azote nitrique, formées en huit mois, de juin à février, seraient, par hectare, pour les terres diluées à 1^{gr} d'azote, 70^{kg} et 80^{kg}. Dans les terres naturelles, à 3^{gr} et 5^{gr} d'azote initial, les gains en azote nitrique seraient 92^{kg}, 158^{kg}. Une terre sableuse renfermant 1^{gr} d'azote, à l'état de tourteau de coton, aurait produit 336^{kg} d'azote nitrique.

» L'addition de calcaire (2 pour 100) et surtout de calcaire mélangé de plâtre ($\frac{1}{5}$ de plâtre) triple environ les gains en azote nitrique. Il est vrai que le calcaire, sous forme de carbonate de chaux précipité, est plus actif que le sable calcaire employé ordinairement dans la pratique. Le calcaire et le plâtre, tout en augmentant la proportion d'azote nitrifié, réduisent les pertes d'azote total par volatilisation d'ammoniaque.

» Plus la terre sera riche en humus, plus on pourra, sans inconvénients, élever la dose de calcaire. L'appauvrissement d'un sol riche en humus azoté, par l'addition de calcaire mélangé de plâtre, sera lent, surtout si la terre est un peu argileuse; car, dans ces conditions, la double action de l'argile et du plâtre pour retenir l'ammoniaque et fixer de l'azote atmosphérique, compensera, en grande partie, les pertes d'azote dues à la nitrification plus active. En moyenne, 400^{kg} à 500^{kg} de plâtre suffiront à l'hectare.

» Vu la nitrification relativement rapide des engrais organiques, et la difficulté d'incorporer intimement une grande masse de sable calcaire

dans le sol, la pratique usitée dans certains pays, notamment en basse Bretagne, de mélanger préalablement les composts avec le sable calcaire, et de les répandre ensuite sur le sol, aux labours du printemps, est justifiée, à la condition toutefois d'associer le plâtre au calcaire (1^{kg} à 2^{kg} de plâtre par mètre cube de compost) surtout quand il s'agit de fumier, si l'on veut éviter une déperdition considérable d'ammoniaque, et, en outre, de ne pas laisser les composts exposés durant plusieurs mois aux pluies qui entraînent les nitrates formés. L'emploi de la marne serait bien préférable au calcaire, à cause de la propriété qu'elle possède de retenir l'ammoniaque et de fixer plus abondamment l'azote atmosphérique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Utilisation médicale des courants alternatifs à haut potentiel.* Note de MM. G. **Gautier** et J. **Larat**, présentée par M. Lippmann.

« Nous sommes parvenus à utiliser, pour les usages médicaux, les courants alternatifs de haute tension fournis par l'usine centrale d'électricité des Halles, alimentant le secteur de la Ville de Paris. On sait que les dynamo qui produisent ces courants sont du type Ferranti-Patin; les alternances sont au nombre de dix mille par minute, et la force électromotrice déterminée est de *deux mille volts*. Il est superflu de faire remarquer que des courants possédant cette tension sont extrêmement dangereux.

» Il était donc nécessaire, pour leur utilisation médicale, de leur faire subir une série de transformations, de façon à ne prendre que les fractions de volt et d'ampère ordinairement usités en Électrothérapie. Voici comment nous avons procédé :

» Le courant primaire de deux mille volts subit, dans le sous-sol, une première transformation, qui nous l'amène à nos appareils sous une tension de cent dix volts. Dès lors, le courant n'est plus dangereux; on peut, sans autre risque que celui d'une secousse très supportable, saisir à pleines mains les deux conducteurs.

» Au moyen d'une série de transformateurs secondaires dont la construction a nécessité de longs tâtonnements, nous prenons ce courant de 110 volts, d'abord pour le faire passer dans l'eau d'une baignoire et dans le jet d'une douche, puis dans le fil de platine d'un galvano-cautère et enfin dans un ozoneur.

» Le premier de ces transformateurs, celui qui est destiné aux bains et aux douches, peut donner de 0 volt à 5000 volts. L'expérience nous a démontré qu'une gamme aussi étendue était inutile et, en réalité, nous employons une force électromotrice qui varie de 5 volts à 40 volts et une intensité de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{16}{1000}$ d'ampère. Nous n'utilisons donc qu'une faible partie du transformateur, ce qui nous est facile, car il est

composé de dix bobines accouplées en tension et il nous est possible d'intercaler, à volonté, une ou plusieurs d'entre elles.

» Un graduateur composé d'un solénoïde et d'un noyau de fer doux mobile nous permet de graduer d'une façon absolument insensible l'intensité du courant. Enfin les électrodes qui aboutissent à la baignoire sont des disques de charbon mobiles et non plus fixes, comme dans les appareils hydro-électriques habituellement employés. Cette mobilité des électrodes nous permet de localiser l'énergie maxima du courant dans une région déterminée du corps ou de le diffuser sur la totalité du tégument.

» Tel est l'outillage dont nous disposons pour faire passer dans l'eau d'une baignoire en porcelaine et, conséquemment, isolante, le courant alternatif. Nous avons été conduits à établir ce dispositif, par des conceptions théoriques et par des recherches expérimentales dues, en moyenne partie, à M. d'Arsonval, qu'il serait trop long d'exposer ici, mais qui peuvent se résumer en un fait : *l'influence absolument remarquable que possèdent les courants alternatifs sur la nutrition*.

» Cette influence dérive, sans nul doute, de deux causes principales :

» 1° Le courant alternatif généralisé produit une sorte de tétanisation légère de tout le système musculaire. Or, on sait que le muscle qui se contracte consomme;

» 2° Un tel courant ne porte point son action seulement sur les filets terminaux des nerfs moteurs, mais aussi sur les terminaisons des nerfs moteurs, mais aussi sur les terminaisons des nerfs sensitifs et va, par une puissante action réflexe, solliciter les centres nerveux pour régulariser leur fonctionnement quand il est troublé. Il n'est donc pas surprenant de voir, comme nous l'avons constaté, le chiffre de l'urée augmenter et traduire fidèlement l'augmentation des échanges nutritifs. Théoriquement, il est donc permis d'espérer que les bains à courants alternatifs apporteront une modification favorable dans certaines affections ou états diathésiques qui s'accompagnent d'un ralentissement des échanges nutritifs, telles que l'obésité, la goutte, le rhumatisme, peut-être le diabète, etc., et dans les maladies causées par une dépression du système cérébro-spinal dont la neurasthénie est le type.

» Nous ne voulons point, au bout de deux mois et demi d'expérience, faire entrer en ligne de compte des résultats cliniques. Ce n'est qu'avec un grand nombre de malades, suivis pendant un laps de temps suffisant, que l'on peut juger de l'utilité d'une méthode. Cependant, il faut bien que nous disions que nous avons remarqué l'action extrêmement favorable des courants alternatifs sur certaines affections cutanées s'accompagnant de prurit : un cas d'eczéma extrêmement rebelle a vu disparaître très rapide-

ment le symptôme démangeaison, en même temps que les plaques eczémateuses pâlissaient.

» Le second de nos transformateurs actionne un galvano-cautère. Cet appareil, assez petit pour être, à la rigueur, logé dans le manche de l'instrument, permet de maintenir indéfiniment à l'incandescence le fil de platine. Il dépasse donc en commodité tous les cautères usités jusqu'à ce jour; le petit transformateur fournit 8 volts et de 1 à 6 ampères.

» Enfin nous avons utilisé un troisième transformateur pour produire de l'ozone. Cet appareil, au contraire des deux premiers, est un organe d'une grande puissance. Il donne 1000 volts avec 1 ampère et demi d'intensité. L'ozoneur est formé de lames de verre sur l'une des faces desquelles est collée une feuille de métal. Ces lames sont séparées par une couche d'air de 2^{mm}; c'est au travers de cette couche d'air que jaillissent les effluves et que se forme l'ozone qui est projeté à l'extérieur par un ventilateur automatique mû par le courant électrique.

» Nous avons, ainsi, pu produire des quantités considérables de ce gaz; nous ne sommes pas d'accord avec MM. Labbé et Oudin, au point de vue de sa composition chimique et de ses effets thérapeutiques.

» On sait depuis longtemps que l'ozone produit par les décharges électriques est, en effet, contrairement à l'opinion de nos confrères, fortement mélangé de produits nitreux. Un flacon contenant une solution de potasse caustique a été mis en rapport avec l'ozoneur et nous avons fait barboter dans la solution 200^{lit} de gaz. Le contenu du flacon desséché a permis de reconnaître, par divers réactifs, la présence de l'azotate de potasse.

» D'autre part, une série de vingt malades anémiques, tuberculeux, emphysémateux, etc., ont été traités, pendant plus de deux mois, sans résultat appréciable. Ce gaz semble, en outre, doué d'une certaine toxicité, car il détermine facilement des vertiges, de l'angine et même de la bronchite. Il est possible que ces accidents soient dus non à l'ozone, mais à l'acide azotique; mais, en tout cas, l'ozone engendré par des décharges électriques étant toujours mélangé de composés nitreux, nous devons conclure que le procédé qui consiste à produire ce gaz par l'électrisation de l'air est défectueux (1). »

---

(1) Nous avons le devoir d'adresser nos plus vifs remercîments à MM. Patin et Levavasseur, ingénieurs, qui nous ont prêté leur utile concours pour le calcul de nos courants et pour l'installation de nos appareils.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la composition de l'hémocyanine.* Note de M. **A.-B. Griffiths**, présentée par M. Arm. Gautier.

« J'ai déterminé la composition approximative de l'hémocyanine ([1]). On peut la précipiter du sang de *Homarus, Sepia* et *Cancer,* par le sulfate de magnésium. Le précipité est dissous dans l'eau, et reprécipité par l'alcool. Après filtration et purification, l'hémocyanine est séchée à 60°, et enfin dans le vide.

» Les analyses de l'hémocyanine du sang de *Homarus, Sepia* et *Cancer* ont donné les résultats suivants :

	Homarus.		*Sepia.*		*Cancer.*		
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	Moyennes.
Carbone.....	54,12	54,23	54,06	54,18	54,20	54,14	54,155
Hydrogène...	7,00	7,14	7,08	7,13	7,10	7,12	7,095
Azote.......	16,35	16,23	16,31	16,21	16,26	16,25	16,268
Cuivre......	0,36	0,31	0,34	0,33	0,31	0,32	0,328
Soufre.......	0,69	0,65	0,62	0,60	0,67	0,65	0,647
Oxygène.....	21,48	21,44	21,59	21,55	21,46	21,52	21,507
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,000

» Ces résultats répondent pour l'hémocyanine à la formule brute

$$C^{867}H^{1363}Az^{223}CuS^{4}O^{258}.$$

» L'hémocyanine a une composition bien uniforme. Sous ce rapport elle diffère quelque peu de l'hémoglobine; elle est aussi bien plus stable qu'elle. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Les ptomaïnes dans quelques maladies infectieuses.* Note de M. **A.-B. Griffiths**, présentée par M. Arm. Gautier.

« La méthode qui m'a permis d'extraire les ptomaïnes urinaires dans les maladies infectieuses a été déjà décrite dans les *Comptes rendus,* t. XCIII, p. 656.

([1]) Voir Fredericq, *Bull. de l'Acad. royale de Belgique,* 2e série, t. XLVI, XLVII.

» I. *Rougeole.* — La ptomaïne qu'on extrait des urines des rubéoleux est une substance blanche, qui cristallise en petites lames solubles dans l'eau, à réaction alcaline. Son chloroplatinate cristallise en aiguilles microscopiques. Le bichlorure de mercure donne un sel double, presque insoluble, qui cristallise en aiguilles prismatiques.

» Cette ptomaïne est aussi précipitée par les acides picrique, phosphomolybdique et phosphotungstique.

» Les analyses de cette base ont donné les résultats suivants :

	Trouvé.			Calculé pour
	I.	II.	III.	$C^3H^5Az^3O$.
Carbone	35,92	36,21	»	36,36
Hydrogène	5,00	5,24	»	5,05
Azote	»	»	41,36	41,40
Oxygène	»	»	»	16,16

» Les analyses de son chloroplatinate ont donné :

	Trouvé.			Calculé pour
	I.	II.	III.	$(C^3H^5Az^3O, HCl)^2PtCl^4$.
Carbone	11,90	11,87	»	11,83
Hydrogène	2,00	1,95	»	1,97
Azote	13,75	13,82	»	13,80
Oxygène	»	»	»	5,25
Chlore	»	»	34,92	35,00
Platine	32,13	»	32,09	32,12

» Ces résultats assignent la formule $C^3H^5Az^3O$ à la nouvelle ptomaïne.

» J'ai démontré, par l'étude de ses produits de décomposition, que cette base répond à la constitution de la *glycocyamidine* :

$$HAz = C \begin{cases} HAz - H^2C \\ HAz - O\,C \end{cases}.$$

» Cette ptomaïne est très vénéneuse. Administrée à un chat, elle produit une forte fièvre (40°) et la mort dans les trente-six heures.

II. Coqueluche. — La ptomaïne qu'on extrait des urines des coquelucheux est une substance blanche, cristalline, soluble dans l'eau. Elle forme un chloraurate et un chlorhydrate; elle donne un précipité blanc avec l'acide phosphomolybdique; un précipité jaune avec l'acide picrique; un précipité marron avec le tanin.

» Les analyses de cette ptomaïne ont donné les résultats suivants, qui nous conduisent à la formule $C^5H^{19}AzO^2$:

	Trouvé.			Calculé pour
	I.	II.	III.	$C^5H^{19}AzO^2$.
Carbone	48,11	48,05	»	48,00
Hydrogène	15,23	15,51	»	15,20
Azote	»	»	11,31	11,20
Oxygène	»	»	»	25,60

» Le bacille que M. Afanassieff [1] a trouvé dans les crachats de la coqueluche est promptement cultivé sur les plaques où il forme de petites colonies brunâtres. Cette espèce grandit aussi sur la pomme de terre et forme des stries sur gélatine ou gélose.

» Le bacille d'Afanassieff produit la même ptomaïne ($C^5H^{19}AzO^2$) que j'ai extraite des urines des coquelucheux.

» Les deux ptomaïnes qui font le sujet de ce Mémoire ne se rencontrent pas dans les urines normales; elles sont donc bien formées dans l'économie au cours de ces maladies. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La Molle, maladie des Champignons de couche.* Note de MM. **Costantin** et **Dufour**, présentée par M. Duchartre.

« Le Champignon de couche est souvent atteint par une maladie à laquelle on donne le nom de *Molle* à cause de la consistance spongieuse des individus attaqués.

» *Caractères extérieurs de la maladie.* — Le Champignon de couche ayant la *molle* se présente sous deux aspects bien différents.

» Dans un premier type, le chapeau a pu se former, les lames se différencier, et, si l'on fait la récolte assez tôt, la présence du parasite ne se révèle que par l'existence de quelques filaments déliés à la surface des feuillets. Mais la maladie se traduit aux yeux du champignonniste exercé par quelques déformations, comme l'épaississement du pied, le gonflement des lames, le renversement et le bossellement du chapeau, etc.

» Dans un second type, les individus sont arrêtés beaucoup plus tôt dans leur développement : le chapeau est presque avorté et peut même

---

(1) *St Petersburger medicinische Wochenschrift*, 1887, nos 39, 40, 41, 42.

manquer complètement; le pied renflé constitue alors tout le Champignon qui a l'aspect d'un *Scleroderma*.

» Les champignonnistes prévoyants enlèvent les individus dès les premiers symptômes du mal. Quelques-uns, plus négligents, les laissent sur la meule; la maladie alors continue son évolution. Les échantillons de la première catégorie se couvrent d'une sorte de coton épais, d'un blanc de lait, qui envahit pied, feuillets, chapeau; les échantillons de la seconde catégorie se revêtent d'une pruine très légère, de teinte variable, gris rosé, gris violacé, gris livide.

» Ces modifications se produisent également sur les individus malades enlevés de la meule dès le début de la maladie, si on les met sous cloche dans le laboratoire.

» *Caractères microscopiques.* — Les échantillons du premier type présentent, sur le chapeau, le pied ou les feuillets, des fructifications qui permettent d'affirmer que le parasite est un *Mycogone*. Les *Mycogones* sont, comme on le sait, une forme fructifère (chlamydospores) des *Hypomyces*, Ascomycètes parasites des Champignons supérieurs (Agaricinées, Pezizes, etc.).

» Les spores du *Mycogone* sont bicellulaires, brun jaunâtre. La cellule supérieure, plus grosse, presque sphérique, a sa membrane couverte de verrues. La longueur moyenne de ces spores est de 33μ; leur largeur, de 20μ.

» A côté de ce *Mycogone*, on trouve souvent, sur les feuillets, un *Verticillium* dont les spores sont allongées, parfois bicellulaires quand elles sont tombées; leur membrane est mince, lisse et incolore. Ces spores mesurent environ 16μ à 20μ sur 3μ.

» M. Magnus, à Berlin [1], et M. Cooke, à Londres [2], ont signalé l'existence d'une maladie du Champignon de couches se traduisant par l'existence d'un *Mycogone* seul. M. Stapf [3], au contraire, a constaté, dans un cas de grande épidémie, à Vienne, une forme *Verticillium* non accompagnée de *Mycogone*.

» Le *Mycogone* précédent peut se cultiver à l'état de pureté et vivre en saprophyte sur les milieux stérilisés les plus divers : Pomme de terre, Ca-

---

(1) Voir *Versammlung deutscher Naturforscher und Aertze in Wiesbaden*, 1887.

(2) *Mushroom disease* (*Gardeners' Chronicle*, vol. V, p. 434; 1889).

STAPF, *Ueber den Champignonsschimmel als Vernichter von Champignonculturen* (*Verhand. d. K. K. Zool. bot. Gesellsch. in Wien*, 1889).

rotte, Navet, gélatine et bouillon de veau, gélatine et décoction de crottin, tranches de Champignon de couche, etc. En cultivant sur Pommes de terre, nous sommes arrivés à n'avoir que la forme *Mycogone* entièrement isolée; sur la Carotte, nous avons obtenu les deux formes et constaté d'une manière nette que *Mycogone* et *Verticillium* appartiennent à une espèce unique, car ces deux sortes de fructifications existaient sur un même filament.

» Les cultures sur les différents milieux précédents se colorent; au début elles prennent au centre une couleur noisette [1], la périphérie restant blanche; la teinte se fonce plus tard et devient isabelle [2]. L'espèce étudiée se rapproche donc du *Mycogone cervina*, dont elle diffère par l'habitat.

» Les Champignons, ressemblant par leur forme à un *Scleroderma*, présentent une moisissure différente de celle que nous venons de décrire, car il n'y a plus qu'un *Verticillium*. Ce *Verticillium* est à filaments fructifères très grêles, à spores petites, unicellulaires, ayant environ 11 μ de longueur et 2 μ de largeur; il est donc, au premier aspect, très différent du *Verticillium* précédent. Cultivé sur pomme de terre, il forme une membrane blanche, ridée, plissée qui, en quelques jours, atteint un grand développement. Dans ces cultures, on voit que les spores sont agglomérées en boules à l'extrémité des filaments fructifères.

» L'absence de chlamydospores, l'aspect des cultures, les dimensions différentes des filaments et des spores, nous avaient d'abord fait penser à deux maladies différentes, confondues par les champignonnistes sous un même nom. Mais, en étudiant un nombre suffisant d'échantillons, nous avons constaté toutes les transitions possibles entre les deux formes extrêmes de *Verticillium*. En particulier, sur un groupe d'Agarics nés au même endroit et soudés par la base, l'on trouvait, dans la pruine gris violacé si caractéristique, des filaments de diverses épaisseurs et des conidies de tailles variées. Et même sur un individu à forme de *Scleroderma*, à côté de filaments grêles, à petites conidies, on rencontrait des *Mycogones*.

» *Il n'y a donc pas deux maladies distinctes, mais le parasite peut présenter deux formes fructifères très dissemblables*.

» Parfois le parasite produit, sur les Champignons attaqués, des boursouflures irrégulières, recouvertes de mycelium et de filaments fructifères.

---

(1) Teinte *avellanus*, n° 7, dans la *Chromotaxie* de M. Saccardo.

(2) Teinte *isabellinus*, n° 8 (*Id.*).

A cette forme particulière, les champignonnistes ont donné le nom de *chancre*. Le chancre *ne diffère pas de la molle*. On y trouve le *Mycogone* et le *Verticillium*, caractéristiques de cette maladie.

» La proportion d'individus malades varie de $\frac{1}{20}$ à $\frac{1}{4}$ de la récolte journalière, dans les environs de Paris; elle peut parfois atteindre la moitié. La production annuelle du Champignon de couche, dans cette région, étant environ de 10 millions, on comprend quel tort considérable cause le parasite que nous venons d'étudier. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Bois de printemps et bois d'automne.* Note de M. **Émile Mer**, présentée par M. Duchartre.

« On sait que les couches ligneuses des arbres sont constituées par deux zones plus ou moins distinctes : l'*interne* ou bois de printemps, l'*externe* ou bois d'automne, composée d'nn tissu plus dense. Ces désignations sont empruntées aux époques que l'on croyait être celles de la formation de chacune de ces zones. A la suite de nombreuses observations, j'ai reconnu que la zone dite d'automne est plus précoce qu'on ne le pense. Bien qu'elle n'apparaisse pas simultanément dans toutes les régions d'un arbre, elle est généralement terminée vers le 15 septembre, sauf dans les grosses racines et la souche, où elle se prolonge jusqu'à la fin de ce mois. On peut donc dire que c'est en été qu'elle se constitue. Aussi convient-il de lui donner le nom de *zone* ou *bois d'été*.

» Si l'époque à laquelle se constitue cette zone était mal connue, sa démarcation d'avec celle de printemps n'était guère mieux établie pour bien des essences. C'est ainsi que dans les Conifères on regarde exclusivement comme zone d'automne le tissu brun-orangé situé au bord externe de chaque couche, tandis que, dans les Chênes et, en général, dans les espèces à gros vaisseaux, on désigne sous le même nom la partie extérieure de chaque couche, caractérisée par les faibles dimensions et le petit nombre des vaisseaux, la rareté du parenchyme, ainsi que l'abondance des fibres. Or j'ai constaté que, ainsi entendue, cette zone commence à se former dans le Chêne vers la mi-juin et, dans les Sapins, vers le 15 août. Le même terme s'applique donc, pour ces essences, à des tissus formés à des époques différentes.

» Pour faire cesser cette divergence d'interprétation, il conviendrait d'appeler toujours *bois de printemps* le bois qui se forme jusque vers le milieu

de juin, et *bois d'été* celui qui se constitue postérieurement à cette date. La différence entre ces deux zones est, comme je viens de le dire, très nette dans les espèces à gros vaisseaux. Elle l'est également, quoique moins apparente, dans la plupart des Conifères. Entre le bois de printemps formé de trachéides à section transversale rectangulaire (le grand côté du rectangle parallèle aux rayons), et le bois dit *d'automne*, composé de trachéides aplaties, à parois épaisses et à lumen en fente, il existe un tissu de passage formé d'éléments à section d'abord carrée, puis de plus en plus aplatie tangentiellement. Ce tissu, qui occupe environ le tiers de la couche d'accroissement, commence à apparaître vers le 15 juin. Il convient donc de regarder comme formant le bois d'été de ces arbres tout le bois compris entre la première rangée d'éléments à section carrée et le bord externe de la couche. Cette distinction est facile à faire dans le tronc pour tous les sujets d'une végétation assez active. Elle l'est beaucoup moins dans les racines et dans les branches, car les trachéides de ces organes ont sensiblement les mêmes dimensions dans toute la couche, à l'exception de celles des deux ou trois dernières rangées, et encore est-ce souvent avec peine qu'on parvient à y distinguer un léger aplatissement.

» Cet aplatissement des éléments formant les rangées extérieures de la zone dite *d'automne* a été attribué à la pression de l'écorce, qui serait plus grande dans cette saison qu'au printemps. Outre que les motifs invoqués à l'appui de cette opinion ne sont guère probants, voici des faits qui montrent qu'une semblable structure est due à une tout autre cause :

» Dans les Sapins à croissance ralentie, qui végètent sous le couvert, les couches ligneuses sont très minces à la partie inférieure du tronc. Elles n'y sont formées que de quelques rangées de trachéides, parfois trois ou quatre seulement. L'activité cambiale se réveille très tard dans cette région et s'éteint assez tôt, ne se manifestant guère que pendant deux mois (juin et juillet). Or toutes ces trachéides sont plus ou moins aplaties, même celles qui se forment au début. Parfois celles de la première rangée ont une section carrée, celles de la seconde ayant déjà une section aplatie.

» Du bois ayant une structure analogue à celle du bois d'été peut donc, dans certaines circonstances, se constituer au printemps. Réciproquement, dans des circonstances opposées, du bois de printemps peut se former en été et même au commencement de l'automne. En voici quelques exemples :

» 1° A la suite de décortications annulaires, effectuées sur le tronc des jeunes arbres à feuilles caduques, il se développe, comme on sait, dans la partie située au-dessous de la plaie, des branches provenant de l'évolution des bourgeons dormants. Sur des Bouleaux que j'avais ainsi opérés, aucun développement cambial ne se produisit dans

cette région ni au printemps, ni au début de l'été; mais, au mois d'août, le cambium commença à fonctionner dans les régions du tronc placées immédiatement au-dessous de l'insertion de ces branches. Il s'y forma d'abord un tissu ayant beaucoup d'analogie avec du bois de printemps. Les éléments toutefois en différaient par une disposition un peu moins régulière, des dimensions plus petites, des parois plus minces et moins lignifiées, ainsi que par la présence de cellules ligneuses plus nombreuses. Cette couche d'accroissement, plus étroite naturellement que les précédentes, était bordée par quelques rangées d'éléments aplatis. Elle possédait donc en réalité une zone de printemps et une zone d'été. Seulement toutes deux s'étaient formées en été, la première quand l'activité cambiale de la région était encore assez grande.

» 2° Je pratiquai, le 9 juillet, une décortication annulaire dans la partie inférieure d'une branche basse d'Érable plane. La couche de l'année y était déjà terminée, bien que la lignification des dernières assises ne fût pas encore complète. Un bourrelet se forma bientôt à la lèvre supérieure de la blessure : dans la région se trouvant à quelques centimètres au-dessus de ce bourrelet, il se développa un tissu formé de vaisseaux, de fibres et de cellules, ayant beaucoup d'analogie avec le bois de printemps. Le 20 août, ce tissu était en pleine évolution. Il s'y ajouta ultérieurement deux rangées d'éléments aplatis. Ainsi, sous l'influence de l'accumulation d'amidon et de l'excitation produite par le voisinage de la blessure, l'activité cambiale, qui s'était, je le rappelle, déjà éteinte, comme elle le fait de bonne heure à la partie inférieure des branches basses, s'était réveillée pour produire des éléments qu'antérieurement elle ne pouvait plus former, bien que le mois de juillet fût à peine commencé.

» La structure des zones de printemps et d'été ne dépend donc de ces saisons que parce que l'activité de la couche génératrice est différente dans chacune d'elles.

» Quant à l'aplatissement progressif des trachéides, il s'explique par un arrêt de développement. Aplaties, à leur naissance, dans le sens tangentiel, elles atteignent rapidement, dans ce sens, leur dimension définitive. Mais, à mesure qu'elles grandissent, leurs parois radiales s'allongent. Ce travail d'extension se fait d'abord irrégulièrement; aussi, pendant un certain temps, ces parois restent-elles flexueuses. Ce n'est que peu à peu que cette sinuosité disparaît. Plus tard, à mesure que décroît l'activité cambiale, l'agrandissement des parois dans le sens radial est de moins en moins prononcé, et, à la fin de l'été, elles ne grandissent presque plus dans cette direction. Mais, en même temps, il subsiste un excès de substance plastique qui, n'étant plus employé à l'agrandissement, sert à l'épaississement des parois. »

BOTANIQUE. — *Sur la fécondation dans les cas de polyembryonie.* Note de M. GUST. CHAUVEAUD, présentée par M. Duchartre.

« La formation de deux et trois embryons à l'intérieur du sac embryonnaire a été observée, pour la première fois, par M. Guignard chez certaines Légumineuses ([1]). Elle a été trouvée, depuis, par M. Dodel dans l'*Iris sibirica* ([2]) et par M. Overton dans le *Lilium Martagon* ([3]). Je viens de l'étudier dans le Dompte-venin (*Vincetoxicum*).

» Ce qui caractérise la polyembryonie dans cette plante, c'est qu'au lieu d'être accidentelle, comme dans les cas précédents, elle y représente l'état normal. En outre, les embryons surnuméraires sont susceptibles d'acquérir un développement complet, et, lors de la germination, une graine peut donner plusieurs plantules. Enfin, tandis que dans les exemples connus jusqu'ici, le nombre des embryons n'était jamais supérieur à trois, il est souvent de quatre et parfois même de cinq (*V. medium*).

» Comment se fait la fécondation dans ces cas de polyembryonie? La présence de deux tubes polliniques dans le canal micropylaire ayant été constatée quelquefois, on admet d'ordinaire que la polyembryonie est due à ce fait accidentel.

» M. Dodel estime qu'il peut y avoir soit introduction de deux tubes polliniques dans un canal micropylaire, soit pénétration des deux noyaux générateurs d'un même tube. Or les belles recherches de M. Guignard ([4]) sur la constitution des noyaux de l'oosphère et des synergides ont montré que la transformation de ces cellules en embryons exige l'apport de nouveaux segments chromatiques en nombre égal à celui que possède déjà leur noyau. L'explication de M. Dodel est donc insuffisante dans les deux cas qu'il suppose, car elle ne montre pas comment deux noyaux peuvent féconder trois cellules.

([1]) *Recherches anatomiques et physiologiques sur l'embryogénie des Légumineuses* (*Ann. Sc. nat.*, 6e série, t. XII, p. 35).

([2]) *Beiträge zur Kenntniss der Befruchtungs-Erscheinungen bei* Iris sibirica; Zurich, 1891.

([3]) *Beitrag zur Kenntniss der Entwicklung und Vereinigung der Geschlechtsproducte bei* Lilium Martagon; Zurich, 1891.

([4]) *Études sur les phénomènes morphologiques de la fécondation* (*Actes du Congrès botanique* de 1889) et *Nouvelles études sur la fécondation* (*Ann. Sc. nat.*, 7e série, t. XIV.)

» Dans le *V. officinale,* la plupart des grains de pollen, avant la germination, ont, comme ceux des autres Angiospermes, deux noyaux, l'un générateur, l'autre végétatif, mais quelques-uns en possèdent trois, un végétatif et deux générateurs.

» Cette multiplicité des noyaux me paraît liée à l'existence de la polyembryonie, car dans le *V. medium,* où les grains de pollen à trois noyaux sont plus nombreux, la polyembryonie est aussi plus fréquente.

» N'ayant pu, en temps utile, suivre la germination de ces grains de pollen, j'ignore comment se comportent leurs noyaux. Toutefois, dans des portions de tube pollinique engagées dans le canal micropylaire, j'ai pu constater la présence de quatre et cinq corps allongés qui, fortement colorés par le violet de gentiane, m'ont paru représenter autant de noyaux générateurs. J'incline à penser que chacun de ces corps est susceptible de jouer un rôle actif dans la fécondation. Ce n'est là qu'une hypothèse; mais cette hypothèse me semble justifiée par les raisons suivantes.

» J'ai vu parfois un noyau générateur pénétrer dans une cellule femelle avant que la fusion entre une autre cellule et un premier noyau générateur fût complètement achevée. Entre le moment où s'est effectuée la pénétration de ce premier noyau et le moment considéré, il ne s'est donc écoulé qu'un temps très court, et cependant je n'ai pu constater aucune trace d'un second tube. Enfin, sans insister sur les difficultés que présenterait l'introduction de trois, quatre et cinq tubes polliniques dans un canal excessivement étroit, j'ajouterai que, dans tous les ovules examinés aussitôt après la fécondation, je n'ai rencontré qu'un seul tube.

» Par la réalisation de cette hypothèse, le grain de pollen du *V. medium* devient donc tout à fait comparable à une anthéridie produisant plusieurs cellules comparables elles-mêmes à autant d'anthérozoïdes.

» Quand il y a trois cellules au sommet du sac embryonnaire, elles sont d'ordinaire (*V. medium*) semblables entre elles sous tous les rapports. Les embryons qui en dérivent peuvent présenter entre eux des différences dues à leur situation; mais souvent, surtout quand ils sont au nombre de deux seulement, ces embryons acquièrent la même taille. Ceci montre bien l'équivalence complète de ces cellules, équivalence déjà admise par M. Dodel [1] dans un cas accidentel.

» Quand il y a plus de trois cellules au sommet du sac, c'est parfois l'embryon inférieur qui prend l'avance et l'emporte en grosseur sur tous les

---

[1] *Loc. cit.*

autres; mais, d'autres fois, c'est l'embryon supérieur qui, englobant entre ses cotylédons tous les autres placés au-dessous de lui, acquiert la plus grande taille. On le voit, ces cellules femelles, quel que soit leur nombre, sont susceptibles de s'équivaloir exactement.

» La multiplicité des éléments sexuels se manifeste donc avec un parallélisme frappant dans l'organe mâle et dans l'organe femelle.

» Ces faits sont des plus intéressants, car leur interprétation peut nous fournir notamment l'explication du rôle des synergides, rôle jusqu'ici fort discuté. Dans cette interprétation, la polyembryonie aurait été autrefois la règle chez les Angiospermes. Le cas du *V. medium* montre qu'au début le nombre des éléments sexuels a pu être assez élevé. Sous l'influence de perfectionnements successifs, réalisés surtout aux dépens de la quantité, ce nombre a diminué par suppression d'une ou de plusieurs générations cellulaires.

» La spécialisation se localisant de plus en plus a porté sur une seule cellule qui est dès lors devenue distincte comme oosphère. On pourrait dire sous une forme libre que la plante est arrivée à ne former qu'un seul œuf, afin de le produire mieux.

» En effet, les embryons uniques sont mieux conformés que les embryons jumeaux, et ceux-ci sont d'autant moins bien conformés qu'ils sont plus nombreux. Les plantes auxquelles ces embryons donnent naissance présentent entre elles des différences correspondantes. La suppression de la polyembryonie doit donc être considérée comme un véritable perfectionnement de l'espèce. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *De l'action du nucléole sur la turgescence de la cellule.* Note de **Ch. Decagny**. (Extrait.)

« L'embryon du *Phaseolus* est enveloppé dans une couche endospermique close. Cette poche endospermique repose sur une autre couche endospermique, qui tapisse la partie du sac embryonnaire au-dessous de l'embryon. En ouvrant sous l'eau un ovule de *Phaseolus,* on se rend compte de cette disposition anatomique. En étalant sur le porte-objet la couche de séparation formée par l'adossement des deux couches endospermiques placées bout à bout, on trouve, sur la paroi qui était en rapport avec les cotylédons, une quantité énorme de gros noyaux, avec des nucléoles de grande dimension. Puis, faisant saillie au-dessus de la couche

endospermique, soit dans le compartiment du sac embryonnaire qui contient l'embryon, soit dans le compartiment situé au-dessous, on trouve une multitude de grosses bulles, en forme de ballons, atteignant des dimensions énormes. Si l'on a eu le soin de recueillir le précipité granuleux que l'on trouve dans les sacs enbryonnaires, quand on les a ouverts avec précaution sous l'eau, comme je l'ai dit plus haut, on trouve aussi une grande quantité de ces vessies libres, qui ont été détachées des parois du sac embryonnaire.

» Ces vessies, aussi bien que celles que l'on rencontre à l'état libre dans le sac embryonnaire, que celles qui sont restées attachées à la couche endospermique, sont les *vacuoles du nucléole*. Elles sortent d'abord de celui-ci et entrent *dans le sac nucléaire*. Là, non seulement elles s'entourent d'une membrane solide, mais elles se gonflent au point de devenir méconnaissables. Dans la cavité du noyau, elles se pressent les unes contre les autres, et se déforment en simulant un réseau, au milieu duquel se trouvent entraînées des parcelles de nucléole, que les réactifs colorent d'une façon différente de la masse du nucléole qui est restée agglomérée.

» Non seulement les vacuoles sorties du nucléole, après s'être gonflées, produisent la turgescence du noyau où elles entrent, mais elles traversent la paroi de celui-ci. On en trouve, dans certains noyaux, de très nombreuses se comprimant les unes les autres, de sorte qu'il est impossible de se rendre compte des faits dont je parle. Mais, dans d'autres, on trouve de grosses bulles absolument identiques aux bulles intérieures, d'autres en train de traverser la membrane du noyau, où elles sont encore en partie *invaginées*.

» Ce sont les faits que j'avais déjà constatés sur le nucléole des *Spirogyra*, et dont j'ai rendu compte à l'Académie en 1890, qui m'ont mis sur la voie de ceux-ci....

» En résumé, les vacuoles du nucléole sont formées par une substance dont une partie se coagule aussitôt qu'elle est sortie du nucléole, au milieu duquel elle est garantie contre l'action du suc nucléaire. Aussitôt en contact avec ce dernier, on remarque non seulement qu'une partie de cette substance de la vacuole se coagule, mais qu'une autre partie de cette même substance absorbe beaucoup d'eau. .... »

GÉOLOGIE. — *Sur le régime des eaux souterraines dans le haut Sahara de la province d'Alger, entre Laghouat et El Goléa.* Note de M. **Georges Rolland**, présentée par M. Daubrée.

« Le voyage de M. Jules Cambon et de M. le Général Thomassin vient d'appeler de nouveau l'attention sur nos possessions sahariennes.

» Parmi les incidents de ce voyage, on a vu que les indigènes du Mzab avaient demandé au Gouvernenr général la formation d'un « Syndicat de recherches d'eaux », afin d'augmenter les irrigations de leurs oasis. Ce désir est naturel, en présence des admirables résultats que la sonde artésienne a réalisés, depuis trente-six ans, dans l'Oued Rir', de l'œuvre semblable essayée ensuite à Ouargla, et enfin de la réussite des forages entrepris tout récemment à El Goléa. Que si, de même, au Mzab, on pouvait obtenir des eaux jaillissantes, on améliorerait singulièrement la situation agricole de ce pays, naturellement pauvre, mais habité par une population remarquablement industrieuse, qu'il importe de nous attacher de plus en plus. Ici, malheureusement, les conditions semblent loin d'être aussi favorables, et il importe, à cet égard, de se prémunir contre certaines illusions.

» Me trouvant être un des rares géologues qui aient exploré le Sahara algérien, le seul même qui ait étudié sur place l'extrême Sud et, en particulier, la région d'El Goléa (1880), je crois utile de présenter à l'Académie quelques observations sur le régime des eaux souterraines du haut Sahara, entre Laghouat et El Goléa.

» Rappelons d'abord que la désignation générale de *haut Sahara* s'applique à la partie de notre Sahara algérien qui s'étend dans le sud des provinces d'Alger et d'Oran. Par opposition, le Sahara du Sud constantinois (y compris Ouargla) et du Sud tunisien peut être appelé le *bas Sahara*.

» Or le haut Sahara est incomparablement moins riche en eaux souterraines que le bas Sahara. Il ne laisse pas cependant que de posséder, dans le sous-sol de maintes de ses régions, une multitude de petites nappes aquifères, renfermées soit dans les terrains crétacés, soit dans les atterrissements sahariens.

» J'ai décrit ces formations dans ma *Géologie du Sahara* (1).

» Dans le nord du haut Sahara, se trouve la *région des daya*. Les atterrissements sableux qui constituent sa partie occidentale, où ils forment

---

(1) G. Rolland, *Géologie du Sahara algérien et aperçu géologique sur le Sahara de l'Atlantique à la mer Rouge* (Impr. Nat., 1891; Challamel, édit.).

un bourrelet aplati (altitude maxima 930m), sont des plus pauvres en eaux souterraines. On ne saurait songer à y obtenir des eaux jaillissantes, dût-on poursuivre les sondages au travers des terrains crétacés sous-jacents.

» Dans la partie orientale de la région des daya, les sondages entrepris, en 1889 et 1890, à Bou Tekroun (profondeur, 90m) et à Talamzan (70m) étaient voués d'avance à l'insuccès (¹). Les conditions deviennent moins défavorables dans la zone médiane d'atterrissement qui descend vers Guerara et El Alia, au Sud-Est; cependant l'échec du sondage entrepris, en 1885, près de Guerara (altitude 295m), à l'emplacement indiqué par Ville, n'est guère encourageant (profondeur 86m) (²).

» Immédiatement au sud de la région des daya, se trouve le plateau crétacé du Mzab. Dès lors, les terrains crétacés règnent du nord au sud du haut Sahara d'Alger, sur une largeur d'un degré et demi en longitude.

» Ces terrains sont constitués par de puissants massifs de calcaires et de marnes. Les massifs calcaires, bien que leurs bancs soient souvent fort compacts, offrent beaucoup de parties perméables et comprennent des couches poreuses; ils présentent des zones fissurées; de nombreuses fentes les traversent. D'autre part, les massifs marneux renferment des intercalations de couches perméables, en calcaires et en grès. Des séries de niveaux aquifères existent ainsi au sein des terrains crétacés du haut Sahara; mais leurs eaux sont, en général, peu abondantes.

» Le groupe le plus important des nappes crétacées en question se place dans la Craie moyenne, au voisinage du contact des calcaires turoniens du *plateau de Mzab* et des marnes cénomaniennes sous-jacentes. On remarquera que ce système de couches se poursuit d'une manière continue sous les atterrissements, vers le nord et le nord-ouest, jusqu'aux montagnes de l'Atlas, où se trouve la principale région d'alimentation.

» Les nappes dont il s'agit sont capricieuses d'allure. Sauf exception locale, elles ne possèdent pas de pression appréciable, et c'est à peine si l'on peut présumer çà et là, par suite de certaines ondulations des couches, qu'elles soient susceptibles de devenir faiblement artésiennes.

» En particulier, la *chebkha du Mzab et de Metlili* (altitudes, Berian 590m; Metlili 560m; plateau à l'ouest, 740m) se présente dans de mauvaises conditions au point de vue hydrologique. Elle est trop nettement en contrehaut du bas Sahara, vers lequel s'écoulent, au sud-est, les eaux souterraines, de même que les eaux superficielles. Il est vrai que, d'autre part,

---

(¹) J'en dirai autant du sondage entrepris à 24km à l'est de Laghouat (profondeur, 127m).

(²) Il est vrai que Ville avait prévu un sondage d'une profondeur de 100m à 150m.

elle est en contre-bas de l'Atlas, d'où ses eaux souterraines descendent en majeure partie; mais la pression résultante doit être à peu près contrebalancée par les pertes de charge qu'elles subissent. De plus, les couches crétacées figurent, dans cette région, un bombement surbaissé, sur le versant oriental duquel se trouve le Mzab, et qui ne saurait manquer d'influencer défavorablement des nappes d'aussi peu de volume et de pression.

» Toutefois, en profondeur, il n'est pas douteux que les conditions s'améliorent. Un sondage profond, qui traverserait toute l'épaisseur des marnes cénomaniennes, devrait atteindre le prolongement de la formation des grès albiens, si développée dans le Djebel Amour, et il est probable qu'au sein de ces grès perméables, sous la couverture imperméable des marnes, on trouverait des eaux artésiennes en assez grande abondance, et peut-être avec pression suffisante pour jaillir à la surface. Même auparavant, on pourrait découvrir, dans la partie inférieure du massif cénomanien, des niveaux perméables, calcaires ou sableux, avec nappes artésiennes. Dans l'incertitude, on devrait être outillé de manière à pouvoir aller à 200^m, ou mieux à 300^m. D'ailleurs, même à ces profondeurs, les chances de réussite restent problématiques.

» A l'ouest de la chebka du Mzab et de Metlili, règne une hamada calcaire (altitude maxima, 706^m), où toute idée de recherches artésiennes doit être écartée. Mais, plus à l'ouest, dans la profonde échancrure de l'Oued Loua, on peut espérer obtenir des eaux jaillissantes.

» Au sud du 32e degré de latitude, les chances augmentent également dans ce que j'ai appelé la *chebka du sud d'El Hassi*, c'est-à-dire dans la région déchiquetée formée par les parties supérieures des oueds Zahra, Ter'ir, Sadana, Sidi Hamed, Zirara. Des sondages réussiraient sans doute dans les dépressions des daya Tarfa, El Aref, Zoubia, Bou Fakroun; mais il serait encore prudent de prévoir des profondeurs de 200^m. L'emplacement de Dayet Zoubia (altitude 415^m) semblerait particulièrement bien choisi.

» Plus au sud, je présume qu'on pourrait, de même, obtenir, de distance en distance, des eaux jaillissantes dans la zone de bordure occidentale des reliefs crétacés, et cela jusqu'à la plaine d'El Goléa (altitude 383^m). Les profondeurs des sondages iraient en diminuant vers le sud, de manière à n'être plus que d'une centaine de mètres aux approches d'El Goléa. Malheureusement cette zone est encombrée par les ramifications de l'Erg occidental : aussi le projet d'un chemin de fer de Laghouat à El Goléa a-t-il dû, pour contourner ces chaînes de dunes, être reporté notablement vers l'est; il se maintient sur le plateau turonien, où il ne serait pas pratique d'entreprendre des recherches artésiennes. »

M. **Émile Rivière** annonce à l'Académie la découverte, dans les cavernes des Balzi-Rossi, en Italie, de trois squelettes humains quaternaires, avec leurs parures de coquillages percés et leurs armes en silex (1).

M. **Ivison y O'Neale** adresse une Note relative à un « procédé pour la conservation des vins et pour remplacer le plâtrage ».

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note sur « les perturbations atmosphériques, magnétiques et sismiques du mois de février 1892 ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 février 1892.

Leçons sur la théorie de l'élasticité, par H. Poincaré, rédigées par MM. Émile Borel et Jules Drach. Paris, Georges Carré, 1892; in-8°.

Monographie de l'Observatoire de Nice, par Charles Garnier. Paris, André, Daly fils, 1892; atlas in-f°. (Présenté par M. Faye.)

Jean-Servais Stas, par L. Errera. Bruxelles, P. Weissenbruch, 1892, broch. in-8°.

Leçons de Chimie à l'usage des élèves de Mathématiques spéciales, par Henri Gautier et Georges Charpy. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; in-8°. (Présenté par M. Moissan.)

Revision critique des fourmis de la Tunisie, par G. Emery. Paris, Imprimerie nationale, 1891; broch. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Évolution embryogénique de la Blatte, par M. Kholodkovski. St-Pétersbourg; in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Titres des travaux scientifiques du Dr Ch. Debierre. Lille, Le Bigot frères, 1891; broch. in-4°.

---

(1) M. Rivière est chargé, par M. le Ministre de l'Instruction publique, d'une Mission scientifique à l'effet de constater l'importance de la découverte et de rapporter en France les squelettes.

Traité de Chimie industrielle, par WAGNER, FISCHER, L. GAUTIER, tome II, fasc. I. Paris, Savy, 1892; in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France, 3e série, t. XIX. Paris; fasc. in-8°.

Neue Integrationsmethoden auf Grund der Potenzial-Logarithmal- und Numeralrechnung, von Dr JULIUS BERGBOHM. Stuttgart, Selbstverlag der Verfassers, 1892.

Anales del Museo nacional de Buenos Aires para dar á conocer los objetos de Historia Natural nuevos o poco conocidos conservados en este establecimiento, por GERMAN BURMEISTER. Buenos Aires, 1891; in-4°.

Almanaque náutico para 1893, *calculado de orden de la Superioridad en el Instituto y Observatorio de Marina de la ciudad de San Fernando*. Madrid, 1891; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 18 janvier 1892.)

Note de M. *H. Resal*, Sur la résistance et les faibles déformations des ressorts en hélice :

Page 101, ligne 8 en remontant, *au lieu de* τ^6, *lisez* e^6.

(Séance du 25 janvier 1892.)

Note de M. *H. Resal*, Sur les propriétés de la loxodromie d'un cône de révolution, etc. :

Page 148, ligne 15, *au lieu de* $\cos i$, *lisez* $\cot i$.

(Séance du 22 février 1892.)

Note de M. *Anatole de Caligny*, Sur une amélioration de l'appareil automatique à élever de l'eau à de grandes hauteurs, employé aux irrigations :

Page 397, ligne 20, *au lieu de* 1877, *lisez* 1887.

Note de M. *Léo Vignon*, Sur le poids spécifique des fibres textiles :

Page 425, ligne 20, *au lieu de* soies simples, *lisez* soies souples.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 MARS 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Jurien de la Gravière*, décédé à Paris le 5 mars, s'exprime comme il suit :

« Vous avez tous appris déjà le nouveau deuil qui nous afflige. Jean-Pierre-Edmond Jurien de la Gravière appartenait à l'une de ces familles consulaires de la Marine où se conserve sans bruit, mais depuis des siècles, un héritage traditionnel de probité, de loyauté et de vaillance. Initié de bonne heure à toutes les difficultés de sa carrière, notre défunt Confrère montra si bien ses talents pour gouverner, qu'il fut nommé capitaine de frégate avant d'avoir atteint l'âge de 30 ans. Huit années après, il était capitaine de vaisseau, combattait en Crimée, ramenait l'escadre en France et plus tard commandait en Chine, puis au Mexique où il crut avec raison que son devoir lui ordonnait de signaler à ses chefs la triste vérité sur une entreprise sans succès possible. Sa disgrâce dura peu : il la rendit presque

glorieuse par son empressement à obéir sur cette même côte où il venait de commander. On apprécia ce dévouement réel, et les étoiles de vice-amiral vinrent récompenser son abnégation.

» Quand l'heure officielle de la retraite eut sonné, il déposa son épée, prit sa plume et, fouillant dans tout le passé glorieux de la France, il retraça, en un style chaleureux et attachant, l'histoire de cette vieille et poétique marine, où le capitaine étudiait la mer et les vents, avant de tirer le canon pour vaincre ou mourir. Les temps de ces manœuvres difficiles sont passés et ne reviendront plus; mais leur histoire inspirera à nos jeunes gens de nouvelles audaces. Elle classa son auteur parmi nos meilleurs écrivains et l'Académie française ne tarda pas à l'élire.

» Quand j'appris au plus compétent de nos Confrères la perte que nous venions d'éprouver, il s'écria : « Jurien était l'honneur de notre » Marine. »

Le Bureau décide que la séance sera levée, en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation du sang;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« On sait que le sang, abandonné à lui-même, ne tarde pas à se putréfier, en dégageant des gaz et en formant des produits divers, jusqu'ici peu connus et peu étudiés. Au cours de nos recherches sur les transformations des matières végétales et animales, mises en œuvre par l'agriculture, nous avons été conduits à faire quelques expériences relatives à la fermentation du sang. Dans les conditions où nous avons opéré, celle-ci a offert des caractères beaucoup plus simples que ceux qui lui sont attribués ordinairement, les produits gazeux proprement dits se réduisant à un seul, l'acide carbonique, exempt d'azote et d'hydrogène; ce qui nous a engagés à faire une analyse aussi complète que possible des principes développés dans cette fermentation. Cette analyse jette quelque lumière nouvelle sur la constitution et le dédoublement des matières protéiques, telles que l'hémoglobine et l'albumine du sérum, constituants fondamentaux du sang.

» Au point de vue purement chimique, les résultats observés peuvent d'ailleurs être exposés indépendamment de la nature des microbes qui

déterminent la fermentation du sang, microbes sur lesquels nous nous proposons de revenir.

» Nous avons opéré sur du sang de bœuf, recueilli à l'abattoir et défibriné. Sa densité était 1,045, à 15°. Un litre renfermait (abstraction faite des matières minérales et du soufre) :

C	87,0
H	11,8
Az	26,0
O	37,6
	162,4

» La fermentation a duré 130 jours, dans un bain-marie chauffé à 35° au début et qui a dû être porté vers 45° à la fin; l'activité des agents qui la provoquent ayant diminué à mesure, par suite du changement progressif de composition du milieu. Indiquons ici brièvement les produits obtenus, en réservant le détail des analyses pour la publication complète, qui aura lieu dans les *Annales de Chimie et de Physique*. Les produits sont : de l'acide carbonique, de l'ammoniaque, des acides gras volatils et des principes azotés fixes : le liquide conservait la teinte brun rougeâtre du sang altéré.

» I. *Acide carbonique*. — Les gaz dégagés consistent en acide carbonique, *exempt d'hydrogène et d'azote :* ce qui est très remarquable, une réaction aussi simple n'ayant guère lieu jusqu'à présent que dans le cas de la fermentation alcoolique. Le gaz renfermait des traces d'hydrogène sulfuré et d'ammoniaque. Le poids de l'acide carbonique recueilli à l'état gazeux a été trouvé égal à $22^{gr},5$; la portion dissoute ou combinée dans le liquide (sous forme saline) : $4^{gr},8$, en tout $27^{gr},3$. Il contenait $7^{gr},3$ de carbone, environ le douzième du carbone total du sang.

» II. *Ammoniaque*. — La dose d'ammoniaque formée est très considérable. On a trouvé dans la liqueur les quantités suivantes :

			Azote.
1° A l'état libre et entraînable par un courant d'hydrogène.	$15^{gr},4$	c'est-à-dire	12,7
2° A l'état déplaçable par la magnésie à l'ébullition	3,6	»	3,0
3° L'eau qui a distillé pendant la fermentation même et passé dans les éprouvettes avec l'acide carbonique, contenait	1,3	»	1,0
	20,3		16,7

» Ajoutons dès à présent le poids de l'azote retenu à l'état de composés

amidés stables, décomposables seulement par la chaux sodée, au rouge, soit 9,7.

» On voit que les *deux tiers de l'azote* des principes protéiques environ ont été changés en ammoniaque par la fermentation; chiffre bien plus considérable que celui observé dans la réaction des alcalis, lors des expériences si connues de M. Schützenberger.

» La comparaison entre les doses d'ammoniaque et d'acide carbonique ainsi régénérés donne lieu à un rapprochement important. En effet, entre les quantités $27^{gr},3$ et $20^{gr},3$, le rapport est 1,34; le rapport des équivalents étant $\frac{22}{17} = 1,29$. L'acide carbonique et l'ammoniaque ont donc été régénérés à équivalents égaux, précisément comme dans la fermentation de l'urée; c'est-à-dire qu'il s'est formé du carbonate d'ammoniaque : ce qui tendrait à assimiler la décomposition des principes protéiques du sang, pour les deux tiers de leur poids moléculaire (quel qu'il soit d'ailleurs), à la décomposition des uréides. Ce sont là des rapports caractéristiques. Quant à l'autre tiers de l'azote, il demeure, après fermentation, engagé dans des combinaisons fixes, dont nous parlerons tout à l'heure.

» III. *Acides gras volatils.* — Ces acides ont été isolés, en distillant le produit de la fermentation avec de l'acide sulfurique étendu. On a opéré dans un bain d'huile, maintenu à 130° pour éviter tout coup de feu, et en renouvelant l'eau, de façon à se maintenir entre des limites telles que l'acide sulfurique se trouvât toujours en présence d'un poids d'eau supérieur au triple de son propre poids. L'opération a été répétée quatorze fois. Elle a fourni uniquement des acides $C^nH^{2n}O^2$, exempts d'azote. On y rencontre toute la série, depuis l'acide formique, jusqu'à l'acide caproïque et au delà; mais la composition moyenne est comprise entre l'acide propionique et l'acide butyrique, les termes extrêmes étant en petite quantité. Le produit de chaque distillation a été changé en sel barytique et analysé séparément.

» Les chiffres suivants indiquent la marche de l'opération :

	Carbone.
	gr
Première distillation : Sels dont la composition est voisine d'un mélange de butyrate et de propionate renfermant	21,6
Deuxième distillation : Sels voisins du propionate	1,9
Troisième distillation : Sels voisins du propionate	1,4
Quatrième et cinquième distillations réunies : Sels voisins du butyrate.	0,7
Sixième à onzième distillations réunies : Sels voisins du caproate	0,9
	26,5

» Ces produits sont assimilables à ceux d'une fermentation butyrique,

mais avec cette différence capitale qu'ils n'ont pas été accompagnés par un dégagement d'hydrogène.

» Aucun composé volatil en dose notable, tel que l'alcool où l'acétone, n'a été observé, à l'exception d'une trace d'un corps neutre, inflammable, à odeur d'oignon, recueilli pendant l'évaporation des sels barytiques. Ce corps s'oxyde peu à peu dans l'eau, avec le contact de l'air, en devenant acide et en produisant de l'acide sulfurique : il dérive, de même que l'hydrogène sulfuré, du soufre protéique et paraît être un aldéhyde sulfuré.

» Le carbone contenu dans les acides gras volatils de la fermentation du sang est sensiblement la moitié de celui que renferment les composés azotés fixes ($52^{gr},9$), d'après ce qui va être exposé : relation très digne d'intérêt.

» IV. *Composés azotés fixes.* — Ces composés ont été examinés après la séparation des acides gras volatils; l'analyse les a répartis en quatre groupes, savoir : 1° un composé insoluble, de nature humique; 2° des sels barytiques solubles et cristallisables; 3° un composé neutre ou acide, soluble dans l'alcool absolu, incristallisable; 4° des sels alcalins, insolubles dans ce menstrue, les uns cristallisables, les autres non.

» 1° *Composé brun insoluble.* — On l'isole par lavages. Il renferme

	Analyse.	Formule empirique $C^{18}H^{24}Az^2O^3$.
C	68,2	68,4
H	7,6	7,6
Az	8,4	8,9
O	15,8	15,1
Cendres	5,0 en plus	

Ce corps dérive probablement de la matière colorante du sang, altérée sous les influences successives de la fermentation et de l'acide sulfurique étendu; c'est un anhydride condensé, répondant à quelque composé, tel qu'un dérivé de la tyrosine et d'un acide gras :

$$C^9H^{11}AzO^3 + C^9H^{17}AzO^2 - 2H^2O,$$

sous toutes réserves. Il contient 5 centièmes environ du carbone total du sang.

» 2° *Sels barytiques.* — On les obtient en traitant par un excès de baryte le produit resté dans la cornue, après la séparation des acides gras volatils.

» La liqueur, distillée dans un courant d'hydrogène, a fourni seulement

de l'ammoniaque (exempte d'alcalis organiques) et une trace d'une matière camphrée volatile, fort analogue par son odeur et ses propriétés à celle qui communique à la terre mouillée son odeur propre.

» Après ébullition, on a neutralisé très exactement par l'acide sulfurique, de façon à séparer l'excès de baryte libre, puis on a fait cristalliser au bain-marie. On a obtenu deux cristallisations successives, le premier produit ayant un poids double à peu près du second. Tous deux sont exempts de soufre. Ils contiennent à peu près le tiers du carbone des composés azotés fixes.

	Premiers cristaux.		Deuxièmes cristaux.	
	Analyse.	Formule brute $C^{55}H^{105}Ba^{2}Az^{9}O^{22}$.	Analyse.	Formule brute $C^{31}H^{56}BaAz^{6}O^{16}$.
C........	43,45	43,7	41,51	41,1
H........	6,87	6,9	6,30	6,2
Ba.......	17,89	18,0	15,05	15,1
Az.......	8,21	8,3	8,97	9,3
O........	23,58	23,1	28,17	28,3

» Ces deux sels répondent à des acides polyazotés et très oxygénés. Le rapport de l'hydrogène au carbone y est voisin de celui de la série grasse. Mais leur constitution ne pourrait être établie que par une étude spéciale.

» 3° *Composé soluble dans l'alcool absolu.* — L'eau mère incristallisable a été traitée par l'acide sulfurique étendu, employé en dose très exacte de façon à précipiter la baryte. Puis on a évaporé au bain-marie, ce qui a fourni un produit sirupeux. L'alcool absolu a dissous une matière incristallisable, qui renfermait la moitié environ du carbone des composés azotés fixes.

		Formule brute.	
	Analyse.	$C^{18}H^{33}Az^{3}O^{10}$ ou	$C^{6}H^{11}AzO^{3}$.
C......................	47,81	47,9	49,6
H......................	7,59	7,3	7,6
Az.....................	9,29	9,3	9,7
O......................	35,3	35,5	33,2
Cendres en plus.........	1,17		
Traces de soufre.			

» C'est encore un imide de la série grasse, dérivé d'un acide très oxygéné.

» 4° *Sels insolubles dans l'alcool absolu.* — Ils renfermaient seulement un vingtième du carbone des composés azotés. Ces sels, repris par l'eau,

ont fourni un premier corps, cristallisé en groupes d'aiguilles mamelonnées, et un second incristallisable.

	Analyse. 1er sel.	2e sel.	Formule brute moyene. $C^{12}H^{24}Az^2O^4 + nRO$.
C	57,5	59,6	58,9
H	10,4	9,6	9,8
Az	11,4	11,3	11,4
O	20,7	19,5	19,9
	100,0	100,0	100,0
Cendres	27,4	47,1	

» La quantité de ces sels étant fort minime, on n'a pas pu en pousser l'étude plus loin. Mais l'analyse montre qu'il s'agit encore d'acides amidés, dérivés de la série grasse, plus riches en carbone, plus pauvres en oxygène que les précédents.

» Sans nous arrêter davantage à discuter la constitution probable de ces principes azotés, nous croyons utile de donner le Tableau de leur composition élémentaire, rapportée au poids initial du sang qui a été soumis à la fermentation.

	C.	H.	Az.	O.	Somme.
Matière brune	4,62	0,50	0,56	1,06	
Acides de sels barytiques	18,88	3,02	3,66	11,12	
Composé soluble dans l'alcool	25,76	4,08	5,00	19,02	
Sels alcalins	2,86	0,46	0,52	1,24	
	51,92	8,03	9,74	32,44	103,14
Composés entraînés par le sulfate de baryte	1,00		Traces.		
	52,92				

» Le Tableau suivant résume l'ensemble des résultats observés dans la fermentation du sang :

	Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Oxygène.	Somme.
I. Acide carbonique	7,3 gr	»	»	20,0	27,3 gr
II. Ammoniaque	»	3,6	16,7	»	20,3
III. Acides gras volatils	26,5	4,4	»	21,1	52,0
IV. Composés azotés fixes	53,0	8,0	9,7	32,4	103,1
	86,8	16,0	26,4	73,5	202,7

» Comparons ces résultats avec la composition initiale

$C = 87,0$, $H = 11,8$, $Az = 26,0$, $O = 37,6$, Somme $= 162,4$.

» Il y a accroissement de poids considérable, $40^{gr},3$, soit un quart environ; mais cet accroissement ne porte pas sur tous les éléments.

» Le carbone et l'azote se retrouvent, comme il doit être; mais l'hydrogène et l'oxygène ont augmenté, aux dépens des éléments de l'eau qui dissolvait les principes protéiques.

L'hydrogène ainsi fixé s'est élevé à.......	4,2
L'oxygène » »	35,9

» Ces nombres sont sensiblement dans le rapport de 1 : 8, c'est-à-dire dans celui des éléments de l'eau. La seule transformation essentielle subie par ces éléments est donc une fixation d'eau, l'oxygène de l'acide carbonique et autres acides, ou l'hydrogène de l'ammoniaque et autres corps amidés, n'ayant pas été emprunté en proportion excédante.

» Il y a plus : pour chaque molécule d'ammoniaque formée, soit $17^{gr},0$, il y a sensiblement fixation de 4 équivalents d'hydrogène, soit 2 molécules d'eau, $2H^2O$, ce qui est le rapport caractéristique des nitriles.

» Remarquons, d'autre part, que l'acide carbonique et l'ammoniaque ont été régénérés à poids moléculaires égaux, c'est-à-dire suivant le rapport caractéristique de l'urée dans l'hydratation; cela implique seulement la fixation d'une molécule d'eau H^2O pour 1 équivalent d'azote. Mais cette urée n'était pas libre, et elle résulte sans doute de la destruction des uréides. Or celles-ci exigent la fixation préalable d'une première molécule d'eau : nous retrouvons ici les 2 molécules d'eau fixées dans la formation du sang et qui répondent à deux phases, au moins virtuelles, du phénomène. Cependant un tiers de l'azote est demeuré sous la forme de composés azotés stables.

» La répartition du carbone n'est pas moins digne d'intérêt; un douzième environ s'étant séparé, sous forme d'acide carbonique, répondant aux uréides détruits, et le surplus s'étant partagé pour un tiers en acides gras exempts d'azote et pour deux tiers en composés amidés.

» Sans doute ces résultats, obtenus par fermentation, sont la conséquence de transpositions moléculaires aussi profondes que celles qui engendrent l'alcool aux dépens du sucre. Mais elles n'en méritent pas moins, en raison de leur simplicité, une attention particulière, tant pour les problèmes relatifs à la constitution des albuminoïdes que pour ceux qui touchent à leurs transformations dans la nutrition animale, transformations dont certaines sont produites, elles aussi, par de véritables fermentations. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de 1892.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences mathématiques. — MM. Jordan, Poincaré, Hermite, Darboux, Picard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Bonnet.

Prix Bordin (*Étudier les surfaces dont l'élément peut être ramené à la forme*, etc.). — MM. Poincaré, Darboux, Picard, Hermite, Jordan réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Bonnet.

Prix Bordin (*Application de la théorie générale des fonctions abéliennes à la Géométrie*). — MM. Hermite, Poincaré, Darboux, Jordan, Picard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Bonnet.

Prix Francœur. — MM. Bertrand, Hermite, Darboux, Jordan, Boussinesq réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Poincaré et Lévy.

Prix Poncelet. — MM. Darboux, Bertrand, Poincaré, Lévy, Picard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sarrau et Jordan.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. V. Servais adresse, de Namur, une Note relative à la Navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts; en informant l'Académie que la chaire de Physique appliquée à l'Histoire

naturelle et la chaire de Géologie sont vacantes au Muséum d'Histoire naturelle, l'invite à lui présenter une liste de deux candidats pour chacune de ces chaires.

(Renvoi à la Section de Physique et à la Section de Minéralogie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *Weinberg*, de Moscou, intitulé « Beitrage zur Erforschung der molecular Kräfte in Chemisch-Einfachen Substanzen auf Grundlage der Thermodynamik ».

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la distribution en latitude des phénomènes solaires observés à l'Observatoire royal du Collège romain, pendant le second semestre* 1891. Note de M. **P. Tacchini**.

« Voici les résultats qui se rapportent à chaque zone de 10°, dans les deux hémisphères du Soleil :

Protubérances.

1891.	Troisième trimestre.		Quatrième trimestre.	
90° + 80°	0,001		0,000	
80 + 70	0,000		0,007	
70 + 60	0,003		0,024	
60 + 50	0,122		0,173	
50 + 40	0,133	0,552	0,088	0,533
40 + 30	0,076		0,072	
30 + 20	0,120		0,068	
20 + 10	0,055		0,059	
10 . 0	0,042		0,042	
0 — 10	0,020		0,018	
10 — 20	0,038		0,066	
20 — 30	0,077		0,085	
30 — 40	0,111		0,083	
40 — 50	0,112	0,448	0,101	0,477
50 — 60	0,085		0,096	
60 — 70	0,004		0,018	
70 — 80	0,001		0,000	
80 — 90	0,000		0,000	

Facules.

1891.	Troisième trimestre.		Quatrième trimestre.	
50° + 40°	0,000		0,007	
40 + 30	0,027		0,051	
30 + 20	0,259	0,724	0,221	0,639
20 + 10	0,324		0,272	
10 . 0	0,114		0,088	
0 — 10	0,016		0,015	
10 — 20	0,108		0,118	
20 — 30	0,108	0,276	0,206	0,361
30 — 40	0,038		0,022	
40 — 50	0,006		0,000	

Taches.

1891.	Troisième trimestre.		Quatrième trimestre.	
40 + 30	0,000		0,000	
30 + 20	0,250	0,736	0,271	0,628
20 + 10	0,472		0,390	
10 . 0	0,014		0,017	
0 — 10	0,000		0,017	
10 — 20	0,125	0,264	0,169	0,322
20 — 30	0,111		0,136	
30 — 40	0,028		0,000	

Éruptions.

1891.	Troisième trimestre.		Quatrième trimestre.	
40° + 30°	0,053		0,000	
30 + 20	0,368	0,789	»	0,000
20 + 10	0,263		»	
10 . 0	0,105		»	
0 — 10	0,000		»	
10 — 20	0,105	0,211	»	0,000
20 — 30	0,053		»	
30 — 40	0,053		0,000	

» On voit que les protubérances solaires ont été, pendant le second semestre 1891, plus fréquentes dans l'hémisphère boréal, tandis que dans le semestre précédent, comme en 1889 et 1890, on a constaté toujours

une plus grande fréquence dans l'hémisphère austral du Soleil. Le maximum de la fréquence a eu lieu dans les zones ($\pm 40° \pm 60°$). Les facules aussi ont été plus nombreuses au nord de l'équateur, et le maximum de fréquence tombe dans les zones ($\pm 10° \pm 30°$), c'est-à-dire à des latitudes plus basses, comparativement aux protubérances, comme dans le semestre précédent. Les taches ont suivi la même règle que les facules, plus abondantes au nord de l'équateur, avec un maximum de fréquence dans les zones ($\pm 10° \pm 30°$). Tous les phénomènes, les éruptions comprises, ont été plus fréquents dans l'hémisphère boréal, et très faibles au voisinage de l'équateur solaire et près des pôles. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Phénomènes observés à Kalocsa sur le grand groupe de taches en février* 1892; par M. **J. Fényi.**

« Le passage du groupe énorme de taches qui, le 5 février, est entré sur le disque solaire, a été accompagné de phénomènes extraordinaires, qui méritent une attention spéciale. Nous en donnons un aperçu dans les lignes suivantes :

» Déjà le 5 février, très près du bord solaire, dans le voisinage de la tache, on voyait la ligne C renversée et éclaircie sur le disque solaire. Le 7 février, apparurent des nuages rosés sur les deux grands noyaux des taches; qui furent visibles aussi bien sur l'image projetée que directement dans l'hélioscope. En même temps, la ligne C fut renversée sur les deux noyaux et apparut dans le spectroscope aussi brillante que le fond du spectre de la photosphère en dehors du groupe. La ligne F montrait le même renversement.

» Le 19 février, selon notre calcul, le milieu du groupe franchit le bord ouest du Soleil dans la position de 220°-230° du pôle céleste. A cet endroit se sont présentés les phénomènes suivants.

» A $9^h 17^m$, temps moyen de Kalocsa, la base d'une protubérance éblouissante, dont la hauteur atteignit 124″, s'étendit de 219° 20′ à 216° 26′.

» La moitié inférieure de celle-ci était le siège de phénomènes extraordinaires. Une bande lumineuse traversait tout le champ visuel, passant par le milieu de cette protubérance brillante. Cette partie de la protubérance donnait alors un spectre continu dans l'étendue de 1°,5-2° au bord solaire. Cette bande, dont la clarté surpassait celle du fond du spectre d'une fois et demie, parcourut de la même façon toutes les couleurs du

spectre pendant les deux heures d'observation. De sept passages faits sur la fente, on a déduit la hauteur de la masse brillante dans une lumière blanche à 25′ 5″,4 ± 3″,6. En examinant le Soleil au moyen de l'hélioscope et l'image projetée, on ne pouvait apercevoir aucun objet à cet endroit du bord.

» Un autre phénomène à mentionner, c'est qu'au même point se présentait une série de véritables protubérances métalliques, dans toutes les raies contenues dans l'aperçu suivant. Plusieurs de ces protubérances étaient si brillantes, qu'on pouvait facilement les voir dans toute leur étendue, distinguer leur structure par la fente largement ouverte et en mesurer la hauteur. Leur forme et leur hauteur étaient, au même moment, les mêmes dans toutes les raies; mais la hauteur allait en décroissant, la protubérance étant déjà en dissolution.

Temps moyen de Kalocsa.	Raies observées.	Remarques.
h m 9.30.......	C	$h = 124''$.
37.39.......	C	$h = 106'' - 95''p$.
37.39.......	6677	$h = 62'' - 44''p$.
45.......	6677	39″ *m* très claire. Longueur des ondes après Young.
»	7055	
»	$D_1 D_2$	35″ *m* très brillante.
10.22.......	D_3	46″ *m*.
»	couronne	33″ *m*.
»	5327,1	Fe la raie même au fond invisible; protubérance pâle.
»	5323,4	Fe.
»	5275	»
»	5269,4	Ca.
»	5234,5	Co.
»	5226,0	Fe.
»	5203,6	Cr, toutes trois également claires.
»	5205,2	
»	5207,3	
»	5197	tout comme 5327.
»	5188,2	»
»	$b_1 b_2 b_3 b_4$	très brillantes.
»	5019,3	Ti trois fois plus claire que la suivante.
»	5016,6	Ni.
»	4945,5	Fe.
10.38........	4923,1	Fe $h = 40''$ trois fois plus claire que la suivante.
»	4921	

» Les longueurs des ondes dans ce Tableau synoptique sont prises dans l'Atlas d'Ang-

ström pour servir à l'identification des raies seulement. Les mesures faites des hauteurs sont données en secondes dans les remarques; la lettre p indique que la mesure était faite par passage; la lettre m, qu'elle était faite au moyen de micromètre filaire.

» D'autres lignes ne furent pas visibles dans toute l'étendue de rouge extrême jusqu'au delà de F. Notamment la raie 6141 de baryum, d'ailleurs bien fréquente, n'était pas renversée. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'impossibilité de certains mouvements.* Note de MM. **A. de Saint-Germain** et **L. Lecornu**, présentée par M. Darboux.

« On sait que divers mécanismes paraissent susceptibles de prendre certains mouvements, lorsqu'on envisage au seul point de vue géométrique les liaisons auxquelles ils sont assujettis, tandis que les propriétés de la matière, les lois du frottement s'opposent à ces mouvements d'une manière absolue; quelques problèmes de Mécanique rationnelle, où l'on fait abstraction des résistances passives, présentent aussi des impossibilités qu'on ne peut pas apercevoir *a priori* et, dans ce cas, on serait embarrassé par les résultats contradictoires auxquels ils conduisent : nous allons en étudier un exemple très simple. Aux extrémités A, B, et au milieu M d'une tige rigide et sans masse, de longueur $2a$, sont fixés trois points, de masse égale à l'unité, assujettis à rester sur la surface parfaitement polie d'un cône droit S; la tige coïncidera toujours avec une génératrice du cône; on lui imprime un mouvement connu et il s'agit de trouver le mouvement qu'elle va prendre sous l'influence des seules forces qui représentent les réactions du cône sur les points A, B, M.

» Soient

O le sommet du cône;
θ l'angle de ses génératrices avec l'axe OZ;
r, θ, ψ les coordonnées polaires du point M.

» Les réactions en A, B, M étant normales à S, la force vive du système, le moment de sa quantité de mouvement par rapport à OZ seront invariables et l'on aura les intégrales du mouvement sous la forme

$$(1) \qquad 3r'^2 + (3r^2 + 2a^2)\sin^2\theta\,\psi'^2 = h, \qquad (3r^2 + 2a^2)\psi' = \mathrm{C}.$$

» Voici, tout d'abord, une de ces contradictions que nous avons annoncées. Le centre de gravité M doit se mouvoir comme un point de masse 3,

sollicité par la résultante de trois forces égales et parallèles aux réactions considérées : cette résultante est normale à S et, appliquant au point M seul les théorèmes de la conservation de la force vive et des aires, nous aurons

$$(2) \qquad 3r'^2 + 3a^2 \sin^2\theta\psi'^2 = h_1, \qquad 3r^2\psi' = C_1;$$

ces équations semblent aussi légitimes que les équations (1) et elles sont incompatibles avec elles, sauf quelques hypothèses particulières qu'il est aisé d'écarter.

» Pour étudier la question de plus près, cherchons à déterminer le mouvement et les réactions au moyen de l'équation générale du travail virtuel. Les coordonnées x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2; x_3, y_3, z_3 des points M, A, B satisfont à six équations de condition

$$(3) \left\{ \begin{array}{l} x_i^2 + y_i^2 - z_i^2 \operatorname{tang}^2\theta = 0 \qquad (i = 1, 2, 3), \\ (x_1 - x_2)^2 + \ldots = a^2, \quad (x_1 - x_3)^2 + \ldots = a^2, \quad (x_2 - x_3)^2 + \ldots = 4a^2. \end{array} \right.$$

» Au premier membre de l'équation du travail virtuel, ajoutons les demi-variations des premiers membres des équations (3), multipliées par $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_6$, et égalons à zéro les coefficients de $\delta x_1, \delta y_1, \ldots, \delta z_3$; nous aurons neuf équations

$$(4) \qquad \left\{ \begin{array}{l} x_1'' + \lambda_1 x_1 + \lambda_4(x_1 - x_2) + \lambda_5(x_1 - x_3) = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array} \right.$$

» On en déduira sans peine deux équations équivalentes au système (1); mais cherchons à calculer $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$, proportionnels, on le sait, aux réactions en M, A, B. Des équations (4) on peut tirer les deux combinaisons suivantes

$$(5) \qquad \Sigma(x_i'' + \lambda_i x_i) = 0, \qquad \Sigma(y'' + \lambda_i y_i) = 0 \qquad (i = 1, 2, 3).$$

» D'ailleurs les équations (3) donnent les relations intuitives

$$x_2 = \frac{r+a}{r} x_1, \qquad x_3 = \frac{r-a}{r} x_1, \qquad y_2 = \frac{r+a}{r} y_1, \qquad y_3 = \frac{r-a}{r} y_1$$

et les équations (5) deviennent

$$3x_1'' + \left(\lambda_1 + \frac{r+a}{r}\lambda_2 + \frac{r-a}{r}\lambda_3\right) x_1 = 0, \qquad 3y_1'' + (\lambda_1 + \ldots) y_1 = 0;$$

elles ne sont compatibles que si $x_1 y - y_1 x''_1$ est nul, ce qui entraîne la seconde équation (2); or celle-ci est en contradiction avec la seconde équation (1) qui résulte, nous l'avons dit, des équations (4). Il faut en conclure que, dans les conditions proposées, le mouvement est impossible, ou, si l'on veut, qu'il ne peut se produire sans faire naître des réactions infinies. Ce dernier point de vue est, d'ailleurs, justifié par l'examen du cas où M, au lieu de rester sur S, serait assujetti à rester à une distance fixe et très petite, h, de sa surface; les réactions sont de l'ordre de $h^{-\frac{1}{2}}$; on retrouve les équations (1) quand on passe à la limite, pour $h = 0$.

» Pour obliger la tige à se mouvoir sur S, il faudra imaginer un guidage convenable, par exemple assujettir M à rester sur le cône tandis que la tige ou son prolongement passera dans un très petit anneau en O; les équations (1) subsistent, et l'on voit que les équations (2) sont inacceptables; les réactions sont finies. Les considérations précédentes peuvent, d'ailleurs, s'étendre au mouvement d'une barre sur une développable quelconque, d'un arc de cercle sur une surface canal; on ne doit pas perdre de vue les réactions qui peuvent se développer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement du pendule conique à tige.* Note de M. DE SPARRE, présentée par M. H. Resal.

« Halphen a fait remarquer que la projection horizontale de la courbe décrite par le pendule conique peut présenter des points d'inflexion et que ces points correspondent à ceux pour lesquels la pression du module sur la sphère est nulle.

» Cette propriété est un cas particulier du théorème plus général suivant :

» *Soit un point assujetti à se mouvoir sur une surface et soumis à l'action d'une force de direction constante; considérons la projection de la trajectoire sur un plan perpendiculaire à la direction de la force :*

» 1° *Cette projection aura des points d'inflexion correspondant à une pression nulle du mobile sur la surface;*

» 2° *Elle en aura également si, la pression n'étant pas nulle, le plan osculateur de la trajectoire est normal à la surface et contient la force.*

» Prenons, en effet, le plan des xy normal à la direction de la force, et

soient N la réaction de la surface; $f(x, y, z) = 0$ son équation,

$$\Delta = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2}.$$

» On a

(1) $$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{N}{\Delta}\frac{\partial f}{\partial x}, \qquad \frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{N}{\Delta}\frac{\partial f}{\partial y},$$

d'où

(2) $$\frac{dy}{dt}\frac{d^2 x}{dt^2} - \frac{dx}{dt}\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{N}{\Delta}\left(\frac{\partial f}{\partial x}\frac{dy}{dt} - \frac{\partial f}{\partial y}\frac{dx}{dt}\right).$$

» Donc, pour que la projection présente un point d'inflexion, il faut que l'on ait l'une ou l'autre des deux relations

$$N = 0 \qquad \text{ou} \qquad \frac{\partial f}{\partial x}\frac{dy}{dt} - \frac{\partial f}{\partial y}\frac{dx}{dt} = 0.$$

» La première exprime que la pression est nulle, la seconde que la projection de la normale sur le plan de xy est tangente à la projection de la trajectoire, c'est-à-dire que le plan osculateur de la trajectoire contient la normale à la surface et la force motrice, puisque, dans le cas actuel, le plan osculateur est parallèle à l'axe des z.

» Dans le cas du pendule conique, le plan osculateur de la trajectoire ne peut, en vertu du théorème des aires, être un méridien vertical; le second cas ne peut donc se présenter.

» On peut, d'ailleurs, obtenir très simplement le rayon de courbure de la projection horizontale du pendule conique de la manière suivante :

» Soient

R le rayon de courbure d'une courbe plane;
ρ le rayon vecteur, issu d'un point fixe;
A le double de l'aire comptée à partir d'un rayon vecteur initial quelconque;
s l'arc de la courbe.

» On a

(3) $$\frac{1}{R} = \frac{d\left(\frac{dA}{ds}\right)}{\rho\, d\rho},$$

formule que l'on vérifie de suite puisque

$$d\left(\frac{dA}{ds}\right) = d\,\frac{y\,dx - x\,dy}{\sqrt{dx^2 + dy^2}} = \frac{(y\,dy + x\,dx)(dy\,d^2x - dx\,d^2y)}{(dx^2 + dy^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\rho\,d\rho}{R}.$$

» S'il s'agit d'un point soumis à une force centrale F, on aura, k désignant la constante des aires,

$$\frac{1}{R} = \frac{K\,d\frac{1}{v}}{\rho\,d\rho} = -\frac{K\,dv}{v^2\rho\,d\rho},$$

ou, en vertu du principe des forces vives et en prenant R en valeur absolue,

$$(4) \qquad \frac{1}{R} = \frac{KF}{v^3\rho},$$

formule à laquelle M. Resal était déjà parvenu, en 1881 (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*), par une voie différente.

» Soient l la longueur du pendule conique, V la vitesse de sa masse terminale; on a, pour la force centrale à laquelle obéit la projection horizontale de cette masse

$$F = \left(\frac{V^2}{l} + g\cos\theta\right)\sin\theta;$$

d'ailleurs,

$$\rho = l\sin\theta, \qquad K = l V_0 \sin\theta_0, \qquad V^2 = V_0^2 + 2gl(\cos\theta - \cos\theta_0),$$

$$v^2 = l^2\left(\cos^2\theta\,\frac{d\theta^2}{dt^2} + \sin^2\theta\,\frac{d\varphi^2}{dt^2}\right)$$
$$= V_0^2(\cos^2\theta + \sin^2\theta_0) + 2g(\cos\theta - \cos\theta_0)\cos^2\theta,$$

et, en posant,

$$A^2 = \frac{V_0^2}{gl},$$

on trouve

$$R = \frac{l[A^2(\sin^2\theta_0 + \cos^2\theta) + 2(\cos\theta - \cos\theta_0)\cos^2\theta]^{\frac{3}{2}}}{A\sin\theta_0(A^2 + 3\cos\theta - 2\cos\theta_0)}. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes électrocapillaires.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Lippmann.

« On sait que, lorsqu'on fait varier d'une façon continue la différence de potentiel d'une surface de mercure *mouillée*, soit en la polarisant, soit en faisant varier mécaniquement l'aire de cette surface, on produit une variation continue de la constante capillaire, de telle façon que la constante capillaire est une fonction continue de la différence de potentiels. M. Lippmann, qui a étudié ces phénomènes, a montré également (¹) que cette fonction est indépendante de la nature chimique du liquide qui mouille le mercure.

» Dans une Note récente (²) M. Gouy a vérifié cette loi pour les liquides employés par M. Lippmann; il l'a étendue aux amalgames; mais, d'autre part, il a cru pouvoir annoncer que, pour certaines dissolutions, la loi ne se vérifiait que partiellement; qu'elle se vérifiait seulement alors pour de grandes forces électromotrices de polarisation, et non pour les petites : l'un des écarts les plus considérables aurait lieu, d'après ce physicien, pour deux liquides L_1 et L_2 formés, l'un d'une solution de potasse à $\frac{1}{10}$, l'autre de la même solution contenant $\frac{1}{100}$ d'iodure de potassium.

» M'occupant actuellement de recherches relatives à la capillarité, j'ai cru qu'il serait intéressant de soumettre à des vérifications variées les résultats annoncés par M. Gouy. J'ai fait, à ce sujet, trois séries d'expériences qui m'ont également bien montré que, dans tous les cas, la loi énoncée en 1877, par M. Lippmann, s'étendait même aux cas signalés comme exceptions par M. Gouy.

» 1. J'ai construit un électromètre capillaire avec la solution L_2 et j'ai effectué avec le plus grand soin la graduation de cet instrument en prenant comme abscisses les différences de potentiels et portant les pressions en ordonnées.

» Tout d'abord, j'ai constaté la nécessité absolue de ne faire la lecture de zéro qu'avec le ménisque *descendant* dans le tube capillaire. Car *le liquide* L_2 *mouille très mal le verre* et, dans ces conditions, une lecture faite

---

(¹) *Comptes rendus*, 1877; *Journal de Physique*, t. VII, p. 213; 1878.

(²) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 211; 1892.

avec le ménisque *montant* ne présente aucune garantie. J'ai tenu à signaler cette cause d'erreur qui me semble assez importante.

» En opérant ainsi, j'ai constaté que la courbe était très sensiblement symétrique par rapport à l'axe vertical passant par son sommet. J'ai trouvé pour abscisse de ce sommet, non pas $0^{volt},58$ comme le montre le graphique de M. Gouy, mais bien $0^{volt},964$.

» 2. J'ai repris ensuite un ancien dispositif indiqué autrefois par M. Lippmann. Un tube large, vertical, A, communique aux deux tubes verticaux capillaires T_1 et T_2, exactement de même calibre. On verse du mercure en A : le mercure monte en T_1 et en T_2 et se trouve au même niveau dans ces deux tubes. On verse alors en T_1 quelques gouttes du liquide L_1, et, en T_2, un peu du liquide L_2. Les niveaux cessent aussitôt de se trouver dans un même plan horizontal. Mais vient-on à rétablir par un siphon capillaire l'égalité des potentiels, immédiatement l'égalité des deux niveaux se trouve *rigoureusement* rétablie. Cette expérience est susceptible de mesures très précises.

» 3. Enfin j'ai tenu à constater directement l'égalité des constantes capillaires du mercure en présence des liquides L_1 et L_2. J'ai, à cet effet, mis en œuvre la méthode de la large goutte, indépendante de l'angle de raccordement.

» Dans un même plan de glace bien horizontal sont percés deux trous A_1 et A_2 communiquant l'un avec l'autre par un tube en U. Deux larges gouttes G_1 et G_2 sont produites, avec du mercure, au-dessus de ces deux trous; le plan de glace est de fond commun à deux auges en glace; la goutte G_1 est baignée de liquide L_1, la goutte G_2 de liquide L_2. Dans ces conditions, les surfaces supérieures des deux gouttes sont toujours dans un même plan horizontal et, si l'on constate que leurs deux équateurs sont également au même niveau, l'égalité des deux constantes capillaires sera démontrée expérimentalement. Or on constate que, les deux liquides (potasse et iodure de potassium) étant différents, les deux équateurs ne sont pas au même niveau. Vient-on à réunir les deux liquides par un pont conducteur, l'égalité du niveau se rétablit.

» La loi énoncée par M. Lippmann est donc applicable à tous les liquides (1). »

(1) Ces expériences ont été faites au laboratoire des Recherches (Physique) de la Sorbonne.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la coexistence du pouvoir diélectrique et de la conductibilité électrolytique.* Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« La méthode qui m'a servi à mesurer la constante diélectrique du mica à haute température ([1]) s'applique, sans modification essentielle, aux diélectriques doués d'une faible conductibilité électrolytique.

» Deux plateaux métalliques, formant un système rigide, sont séparés par de très petites cales de mica; après avoir mesuré la capacité c du condensateur à lame d'air ainsi constitué, on immerge le système dans la masse diélectrique et conductrice; à l'aide du pendule de torsion qui m'a servi antérieurement, on ferme le circuit du condensateur sur une pile de force électromotrice E et de résistance négligeable pendant des temps t connus et très courts, et l'on recueille, dans un microfarad, la quantité Q d'électricité qui passe. On trouve qu'elle est exactement représentée par la formule

$$Q = E(C + at), \tag{1}$$

dans laquelle a et C sont des constantes. La constante diélectrique k, rapportée à un temps nul, est

$$k = \frac{C}{c}. \tag{2}$$

» J'ai d'abord appliqué cette méthode à l'essence de térébenthine et à la benzine *pures du commerce*, dont la conductibilité est déjà très grande par rapport à celle du mica. Pour la benzine, par exemple, j'ai trouvé

$$k = 2,25,$$

c'est-à-dire exactement la moyenne des nombres donnés par MM. Silow, Quincke, Palaz et Negreano.

» Il eût été particulièrement intéressant d'appliquer cette méthode *directe* à l'eau distillée qui, d'après MM. Cohn et Arons, Tereschin, Cohn ([2])

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1310; 1891.

([2]) Cohn et Arons, *Wied. Ann.*, t. XXXIII, p. 13, 1886; Tereschin, *ibid.*, t. XXXVI, p. 792; 1889; Cohn, *ibid.*, t. XXXVII, p. 42; 1889.

possède une constante diélectrique quarante fois supérieure au carré de l'indice moyen. Tout récemment encore, M. Rosa [1] a trouvé

$$k = 75,7;$$

il annonce, en outre, que ce résultat n'est pas modifié par la présence de traces de sels en dissolution.

» Malheureusement la conductibilité de l'eau distillée est beaucoup trop grande, et l'on serait amené à mesurer des temps t plusieurs centaines de fois inférieurs à la limite d'exactitude de mon pendule ($0^s,0001$). Cette circonstance ne se présentera pas avec la glace qui, dès la température de $0°$, conduit une douzaine de mille fois moins bien que l'eau [2] et dont la résistance croît encore dans un rapport assez considérable à mesure que l'on abaisse la température.

» A l'aide d'un bain de chlorure de méthyle, j'ai fait congeler lentement et à partir du fond du vase une masse d'eau distillée bouillie dans laquelle était immergé mon condensateur. La congélation terminée et la température de $-23°$ bien établie, l'expérience n'offre pas plus de difficultés qu'avec la benzine et je trouve

$$k = 78.$$

» Eu égard à l'énorme résistance de la couche de glace et à la très faible durée des mesures, la polarisation des électrodes ne peut ici jouer un rôle plus marqué que dans le cas de la benzine par exemple : l'existence du très grand pouvoir diélectrique de la glace est donc mise hors de doute.

» Si on laisse remonter la température à partir de $-23°$, la conductibilité de la glace augmente beaucoup sans que sa constante diélectrique paraisse varier bien sensiblement. Il en est de même si, avant la congélation, on fait dissoudre dans l'eau distillée une trace de sel marin, ou si l'on substitue à l'eau distillée l'eau de Seine filtrée dont la glace peut conduire jusqu'à quatre-vingt fois mieux que la glace d'eau distillée.

» Il résulte de ces expériences que le pouvoir diélectrique et la conductibilité électrolytique sont susceptibles de coexister dans un même corps, conformément aux idées de Maxwell; de plus, la constante diélectrique varie peu dans des conditions où la conductibilité croît dans des proportions énormes. Par exemple, il est bien remarquable que l'eau et la glace

---

(1) Rosa, *Phil. Mag.*, 5e série, t. XXXI, p. 188; 1891.

(2) Foussereau, *Thèse de doctorat.*

aient sensiblement la même constante diélectrique, tandis que la conductibilité a pu varier dans le rapport de 1 à 10^5 ou 10^6. »

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité thermique dans les corps cristallisés.* Note de M. **Charles Soret**, présentée par M. A. Cornu.

« 1. Si l'on admet, avec M. Stokes et avec M. Boussinesq, que les composantes F_1, F_2, F_3 du flux de chaleur total F, estimées suivant trois axes rectangulaires quelconques, peuvent être représentées par des fonctions linéaires des trois dérivées $\frac{du}{dx}$, $\frac{du}{dy}$, $\frac{du}{dz}$ de la température, la conductibilité d'un cristal dépend dans le cas général de neuf coefficients.

» Mais il existe toujours trois *axes de conductibilité rectangulaires*, tels qu'en les choisissant comme axes de coordonnées, les fonctions dont il s'agit prennent la forme

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} -F_1 &= k_1\frac{du}{dx} - \lambda_3\frac{du}{dy} + \lambda_2\frac{du}{dz},\\ -F_2 &= \lambda_3\frac{du}{dx} + k_2\frac{du}{dy} - \lambda_1\frac{du}{dz},\\ -F_3 &= -\lambda_2\frac{du}{dx} + \lambda_1\frac{du}{dy} + k_3\frac{du}{dz},\end{aligned}\right.$$

dépendant seulement des trois coefficients de conductibilité k, et des trois coefficients rotationnels λ.

» La détermination expérimentale des coefficients peut être abordée par trois voies principales.

» 2. On peut mesurer la quantité de chaleur qui traverse une lame assez étendue et assez peu épaisse pour être assimilable à un mur indéfini de Fourier. Les surfaces équipotentielles sont alors des plans parallèles à la lame, le flux total F est généralement oblique; le flux que l'on mesure, *rapporté à l'unité de surface de la lame* est la projection F_n du flux total sur la normale à la lame. En appelant α, β, γ les cosinus directeurs de cette normale, et $\frac{du}{dn}$ la chute de température dans la même direction, on tire aisément, des relations (1), l'expression $-F_n = k_n\frac{du}{dn}$; en posant, pour abréger,

$$(2)\qquad k_n = k_1\alpha^2 + k_2\beta^2 + k_3\gamma^2,$$

k_n peut être appelé le *coefficient de conductibilité normale*. Il est égal à l'inverse du carré du rayon vecteur de l'ellipsoïde

$$(3) \qquad k_1 x^2 + k_2 y^2 + k_3 z^2 = 1.$$

» 3. On peut, en second lieu, étudier la propagation de la chaleur dans un barreau long et mince. Le flux total F que l'on mesure est dirigé suivant la longueur l du barreau, les surfaces isothermes se disposent obliquement (Boussinesq), et en appelant α, β, γ les cosinus directeurs de l, et $\frac{du}{dl}$ la chute de température dans la même direction, on trouve

$$-F = k_l \frac{du}{dl},$$

où k_l, le *coefficient de conductibilité linéaire* de M. Boussinesq, est le carré du rayon vecteur de l'ellipsoïde de conductibilité linéaire dont l'équation est

$$(4) \qquad S\frac{x^2}{k_1} + \frac{(S\lambda_1 x)^2}{k_1 k_2 k_3} = 1 + \frac{S k_1 \lambda_1^2}{k_1 k_2 k_3}.$$

» Si les coefficients rotationnels λ sont nuls, ce qui a lieu en tous cas par raison de symétrie dans les cristaux rhombiques et dans une partie des cristaux quadratiques et hexagonaux (Minnizerode), la formule qui donne k_l se réduit à

$$(5) \qquad \frac{1}{k_l} = \frac{\alpha^2}{k_1} + \frac{\beta^2}{k_2} + \frac{\gamma^2}{k_3},$$

et l'ellipsoïde (4) se confond avec l'ellipsoïde principal de Lamé.

» 4. On peut enfin étudier la conductibilité tangentielle d'une lame par la méthode bien connue de Senarmont; M. Boussinesq a montré que les courbes isothermes obtenues sont, dans chaque cas, des ellipses semblables à l'intersection de l'ellipsoïde de conductibilité linéaire par le plan de la lame.

» 5. La variation du coefficient de conductibilité avec la direction est donc donnée, lorsque les λ sont nuls, par la formule généralement admise (5), quand on opère sur des barreaux longs et minces, et par la formule (2), qui paraît être peu connue, quand on mesure les flux de chaleur qui traversent normalement des lames larges et peu épaisses.

» Cette conclusion est conforme aux résultats obtenus en 1883 par M. M. Tuchschmid qui étudiait, par la méthode de M. H.-F. Weber, la

conductibilité normale de lames de quartz d'orientations diverses. Cet expérimentateur, ne considérant que la formule (5), regardait ses chiffres comme difficilement explicables. Or on trouve

	Observé.	Calculé, formule 2.	Calculé, formule 5.
k_1 (⊥ à l'axe)	0,957	»	»
k_3 (‖ à l'axe)	1,576	»	»
k_n (à 45°)	1,272	1,266	1,232

» Pour la calcite, la formule (5) paraît, au contraire, meilleure que l'autre; mais ici les conductibilités principales (0,472 et 0,576) diffèrent beaucoup moins que dans le quartz, et la divergence entre les trois nombres 0,518 (observé), 0,524 (formule 2) et 0,518 (formule 5), relatifs à une inclinaison de 45°, rentre complètement dans les limites des erreurs expérimentales.

» Nous rappellerons, d'autre part, que M. Bäckström, en étudiant sur des barreaux allongés la conductibilité électrique de l'oligiste, a trouvé, comme le veut la théorie, des résultats conformes à la formule (5).

» 6. Dans le cas général où les coefficients rotationnels ne seraient pas nuls, l'ellipsoïde de conductibilité linéaire ne se confondrait plus avec l'ellipsoïde principal. Ce dernier, qui ne dépend pas de A, pourrait être déterminé par l'intermédiaire de l'ellipsoïde inverse (3), à l'aide de mesures de conductibilités normales faites sur des lames larges et peu épaisses. L'ellipsoïde linéaire s'obtiendrait par des mesures effectuées sur des barreaux longs et minces, ou bien par les courbes isothermes de Senarmont.

» Il suffit, d'ailleurs, de déterminer son orientation et les valeurs relatives de ses axes, car il est toujours tangent à l'ellipsoïde principal aux deux extrémités d'un diamètre d'ailleurs quelconque, ce qui fixe ses dimensions absolues.

» Le problème se présenterait, en particulier, sous une forme très simple dans les cristaux quadratiques, hexagonaux et clinorhombiques, où les deux ellipsoïdes ont la même orientation.

» L'existence des coefficients rotationnels est très douteuse, mais il ne paraît pas impossible, d'après ce qui précède, de reconnaître expérimentalement ce qui en est. Quelques recherches que j'ai entreprises, avec la collaboration de M. F.-L. Perrot, nous permettront peut-être de jeter un peu de jour sur cette question. »

ACOUSTIQUE. — *Règle pour trouver le nombre et la nature des accidents de la gamme dans un ton et un mode donnés.* Note de M. **Pierre Lefebvre**, présentée par M. A. Cornu.

« Je numérote les notes de 1 à 7 selon l'ordre de la progression par quintes :

Fa.	*Do.*	*Sol.*	*Ré.*	*La.*	*Mi.*	*Si.*
1	2	3	4	5	6	7

ou, dans la progression par secondes,

Do.	*Ré.*	*Mi.*	*Fa.*	*Sol.*	*La.*	*Si.*
2	4	6	1	3	5	7

» J'appellerai *caractéristique* de chaque note le nombre correspondant à la note. Je conviens, pour obtenir la caractéristique d'une note altérée, d'ajouter $+7$ pour un dièze, -7 pour un bémol.

» Ceci posé, ajoutez à la caractéristique de la tonique -2 pour le mode majeur, -5 pour le mode mineur. Le nombre obtenu N est celui des accidents; ce sont des dièzes s'il est positif, des bémols s'il est négatif. Dans le premier cas, les notes altérées sont celles qui sont numérotées de 1 à N à partir du *fa*. Dans le second cas, les notes altérées sont les N dernières à partir du *si*.

La bémol majeur $= 5 - 7 - 2 = -4$ :: 4 bémols :: *Si, Mi, La, Ré.*
Fa dièze mineur $= 1 + 7 - 5 = +3$ :: 3 dièzes :: *Fa, Do, Sol.*
La mineur $= 5 - 5 = 0$ :: Pas d'accidents.
Ut dièze majeur $= 2 + 7 - 2 = +7$ :: 7 dièzes :: toutes les notes.

» Si N était supérieur à $+7$ ou inférieur à -7, après avoir altéré toutes les notes, on disposerait des autres en doubles dièzes ou doubles bémols :

Ré dièze majeur $= 4 + 7 - 2 = 9 = 7 + 2$ :: 2 doubles dièzes :: *Fa* et *Do.*
Fa bémol majeur $= 1 - 7 - 2 = -8 = -7 - 1$ :: 1 double bémol :: *Si.*

» La règle s'étend, non seulement aux modes mineur et majeur, mais encore à tous les modes du plain-chant. On peut alors l'énoncer sous la forme suivante :

» Retranchez la caractéristique du mode de celle de la tonique. La diffé-

rence N $\genfrac{}{}{0pt}{}{\text{positive}}{\text{négative}}$ donnera le nombre de $\genfrac{}{}{0pt}{}{\text{dièzes}}{\text{bémols}}$. Les notes altérées sont les N $\genfrac{}{}{0pt}{}{\text{premières}}{\text{dernières}}$ dans la progression par quintes.

» C'est ainsi que, pour le mode d'*ut* (mode majeur), on aura à retrancher 2 à la caractéristique de la tonique; pour le mode de *la* (mode mineur) on a à retrancher 5.

Ton de *fa*, mode de *sol* : $1 - 3 = -2$ :: 2 bémols :: *Si, Mi.*

» *Règle inverse.* — Au nombre de $\genfrac{}{}{0pt}{}{\text{dièzes}}{\text{bémols}}$ affectés du signe $\pm$, ajoutez la caractéristique du mode; la somme est la caractéristique de la tonique.

4 dièzes	$+4+2=6$	*Mi* majeur,
	$+4+5=9=7+2$	*Ut* dièze mineur,
	$+4+3=7$	*Si* mode de sol,
5 bémols	$-5+2=-7+4$	*Ré* bémol majeur,
	$-5+5=-7+7$	*Si* bémol mineur.

» Les règles précédentes ne sont pas seulement des règles empiriques; elles se déduisent du raisonnement suivant. Les gammes étant rangées dans l'ordre logique, c'est-à-dire les toniques progressant par quintes, chaque fois que l'on $\genfrac{}{}{0pt}{}{\text{monte}}{\text{descend}}$ d'une quinte, on gagne un $\genfrac{}{}{0pt}{}{\text{dièze}}{\text{bémol}}$ ou l'on perd un $\genfrac{}{}{0pt}{}{\text{bémol}}{\text{dièze}}$. L'ordre d'apparition des dièzes, l'ordre de disparition des bémols coïncident d'ailleurs avec l'ordre des toniques.

» Pour avoir la règle correspondant à un certain mode, il suffira donc de disposer de la caractéristique de ce mode pour que la règle s'applique à l'une des tonalités; elle s'appliquera alors à toutes. »

CHIMIE. — *Sur les densités des solutions aqueuses.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« La densité d'une solution dépend à la fois de deux facteurs qui sont complètement indépendants l'un de l'autre : la densité du corps dissous et la variation de volume produite lors de la dissolution. La variation de volume, ainsi que je l'ai montré dans une Note précédente [1], est d'au-

---

(1) *Sur la détermination de l'état des sels dissous d'après l'étude de la contraction* (*Comptes rendus*, 8 février 1892).

tant plus grande, que le poids moléculaire du corps dissous est plus considérable, toutes choses égales d'ailleurs; mais il n'existe pas de relation générale entre la densité d'un corps solide ou liquide et son poids moléculaire. On trouvera donc, suivant les cas, des variations très différentes pour les densités des solutions.

» Considérons d'abord le cas des sels métalliques; les mesures de H. Kopp ont montré que, pour les sels analogues, la densité croît en général avec le poids moléculaire; la densité du corps dissous et la contraction agissent alors dans le même sens, et l'on doit retrouver des résultats analogues à ceux que fournit l'étude du coefficient de contraction. Les mesures que j'ai effectuées sur les solutions de chlorures et de sulfates métalliques conduisent à l'énoncé suivant :

» Pour les solutions aqueuses des chlorures, d'une part, des sulfates, d'autre part, la densité correspondant à une concentration donnée est d'autant plus forte que le poids moléculaire est plus élevé, à condition de représenter la concentration par le rapport du nombre de molécules du corps dissous au nombre total de molécules du mélange.

» Voici, pour justifier cet énoncé, un Tableau dans lequel j'ai réuni un certain nombre de valeurs des densités des solutions aqueuses de chlorures métalliques. Les diverses colonnes correspondent à des concentrations moléculaires égales pour les différents sels. Je donne seulement ici les valeurs approchées calculées par interpolation graphique pour des concentrations représentées par des nombres entiers.

Nom du sel.	Poids moléculaire.	$S_4 = 1$.	$S_4 = 2$.	$S_4 = 5$.
Chlorure d'ammonium......	53,49	1,009	1,018	1,042
Chlorure de sodium........	58,51	1,024	1,047	1,114
Chlorure de potassium......	74,59	1,028	1,054	1,127
Chlorure de magnésium....	95,28	1,044	1,086	1,202
Chlorure de calcium........	110,90	1,049	1,098	1,223
Chlorure de cuivre.........	134,20	1,067	1,134	1,317
Chlorure de strontium......	158,58	1,078	1,155	1,360
Chlorure de baryum........	208,18	1,103	1,203	»

» L'augmentation de la densité avec le poids moléculaire n'est pas vérifiée en général. La série des acides gras présente même la variation inverse, la densité diminuant quand le poids moléculaire augmente. J'ai étudié les densités des solutions aqueuses des acides de cette série.

» S'il n'y avait pas de contraction, lors du mélange de ces acides avec l'eau, la densité des solutions serait représentée en fonction de la con-

centration par une droite allant de l'origine au point qui représente la densité de l'acide. La contraction existant et étant toujours positive, on a une courbe située au-dessus de cette droite, et s'en éloignant d'autant plus que la contraction est plus forte, c'est-à-dire que le poids moléculaire est plus élevé.

» On voit, par suite, que, si la densité des deux liquides mélangés est la même, il doit exister une solution pour laquelle la densité présentera un maximum; la position de ce maximum sera d'autant plus rapprochée de l'origine que la contraction à l'origine sera plus forte, c'est-à-dire le poids moléculaire plus élevé. Il est bien évident que ce résultat pourra s'observer si les densités des deux liquides, sans être égales, sont suffisamment voisines.

» L'existence de ce maximum de densité est connue depuis longtemps pour les solutions d'acide acétique; je l'ai observé également pour les solutions des acides propionique, butyrique et valérique. Les densités maxima correspondent approximativement aux concentrations moléculaires représentées par les nombres : 55 (acide acétique), 45 (acide propionique), 10 (acide butyrique), 1 (acide valérique).

» L'ensemble des résultats que je viens de rappeler montre bien que la variation de la densité d'une solution, en fonction de la concentration, est un phénomène complexe, et ne peut, par suite, être utilisée dans l'étude de l'état des corps dissous, comme ont essayé de le faire MM. Mendeleeff et Pickering.

» On voit aussi qu'il n'y a pas de raison pour que la solution qui correspond à un maximum de densité soit considérée comme correspondant à un hydrate défini, ainsi qu'on l'avait indiqué pour l'acide acétique. Mais il ne s'ensuit pas non plus que la contraction doive être attribuée à un phénomène purement physique, tel que le mélange de deux liquides dont les molécules physiques sont de grandeurs différentes. Pour contrôler cette hypothèse, j'ai étudié expérimentalement les densités des mélanges d'alcools méthylique et amylique, d'une part, de benzine et d'éther acétique, d'autre part. On a ainsi deux couples de liquides miscibles en toute proportion, et de densités très voisines (0,792 alcool méthylique et 0,812 alcool amylique; 0,878 benzine et 0,898 éther acétique). Néanmoins la densité des mélanges varie d'une façon absolument régulière avec la concentration, montrant ainsi qu'il ne se produit pas de contraction.

» Il faut donc admettre que la contraction, que l'on n'observe que dans

les solutions aqueuses, correspond, soit à une constitution particulière de la molécule d'eau (hypothèse à laquelle était arrivé M. Raoult par une voie différente), soit à l'existence, au sein de la dissolution, d'une véritable combinaison chimique. Le phénomène du maximum de densité est alors tout à fait comparable à celui de la distillation à point fixe du mélange de certains liquides; il indique qu'il existe une combinaison, mais sans permettre d'en déterminer la composition. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons du gaz ammoniac avec les bromure et iodure de bore.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« *Bromure de bore.* — Le gaz ammoniac sec se combine directement avec le bromure de bore BBr^3 avec grand dégagement de chaleur, et si l'on ne modère pas la réaction, on constate dans le produit une partie insoluble formée d'azoture de bore; pour obtenir une combinaison définie, il faut éviter toute élévation de température pendant la réaction. A cet effet, on dissout le bromure de bore dans du tétrachlorure de carbone sec, et l'on maintiendra le tout à 0° pendant qu'on fera réagir le gaz ammoniac soigneusement desséché et refroidi à 0°. Il se précipite un corps solide blanc au sein du tétrachlorure et, quand la réaction est terminée, on chasse le dissolvant dans un courant d'air sec à une température de 50°-60°.

» On obtient ainsi un corps solide blanc amorphe répondant à la composition $BBr^3, 4AzH^3$, comme le montrent les analyses suivantes :

	I.	II.	Théorie pour $BBr^3, 4AzH^3$.
AzH^3	21,61	21,42	21,31
Br	74,35	74,60	75,23
B (diff.)	4,04	3,98	3,46

» Maintenu à 10° dans un courant de gaz ammoniac sec, il en absorbe une quantité correspondant à $\frac{1}{2}AzH^3$ pour $BBr^3, 4AzH^3$, mais cette absorption semble de nature purement physique, car il est facilement entraîné par un courant d'air sec. Chauffé progressivement dans un courant d'hydrogène sec, il commence à se décomposer vers 150° sans se sublimer; les produits de la décomposition sont l'azoture de bore et le bromhydrate d'ammoniaque. Il est décomposé par l'eau et les alcalis.

» *Iodure de bore.* — L'iodure de bore que j'ai employé a été obtenu, partie par la réaction que j'ai signalée antérieurement (*Comptes rendus,* séance du 4 mai 1891) du gaz iodhydrique sur le bromure de bore, partie par le gaz iodhydrique sur le bore amorphe de Deville et Wöhler. J'ai tenté d'améliorer le rendement de la première préparation en opérant en tubes scellés sous pression; pour cela j'ai dissous du gaz iodhydrique sec dans du bromure de bore maintenu refroidi à — 23° dans des tubes très résistants, qui étaient scellés lorsque le volume avait augmenté d'environ un tiers par suite de la dissolution du gaz, puis chauffés à 350°; mais, même dans ces conditions, la réaction n'est que partielle. Quant à la réaction de l'acide iodhydrique sur le bore amorphe de Deville et Wöhler, je ferai remarquer qu'elle ne s'effectue qu'aux dépens d'une faible portion du bore actif qui s'y trouve, car si, après avoir épuisé l'action de l'acide iodhydrique, on fait passer des vapeurs de brome sur les résidus de la préparation chauffés au voisinage du rouge, en ayant soin de mettre à la suite une colonne de tournure de cuivre destinée à retenir l'iode mis en liberté, on recueille du bromure de bore qui, dans deux préparations, a été supérieur en poids au double du poids d'iodure de bore précédemment obtenu; si l'on remarque que l'iodure de bore ne renferme que les $\frac{11}{392}$ de son poids de bore, tandis que le bromure en renferme $\frac{11}{251}$, on voit qu'il n'y a qu'une faible partie du bore actif qui a été attaqué par l'acide iodhydrique.

» La combinaison ammoniacale de l'iodure de bore a été obtenue à l'aide du même procédé opératoire que celle du bromure, et fournit un corps solide blanc amorphe dont la composition est représentée par $BI^3, 5AzH^3$, comme le montrent les analyses :

	I.	II.	Théorie pour $BI^3, 5AzH^3$.
AzH^3	17,37	17,55	17,82
I	80,32	79,35	79,88
B (diff.)	2,31	3,10	2,30

» Il jaunit lentement à la lumière avec mise en liberté d'une petite quantité d'iode, se décompose sous l'action de la chaleur dans un courant d'hydrogène en même temps que de l'iode est mis en liberté, décomposable par l'eau.

» J'ai observé, pour l'iodure de bore, un phénomène analogue à celui que j'ai observé antérieurement pour l'iodure d'arsenic. La combinaison $BI^3, 5AzH^3$, maintenue dans un courant de gaz ammoniac sec, l'absorbe

rapidement, la masse devient d'abord pâteuse et, si on la sature à o°, elle devient complètement fluide et sa composition est voisine de $BI^3, 15AzH^3$; mais, même à o°, ce corps n'est pas stable et, à cette température, il perd du gaz dans un courant d'air sec pour revenir au bout d'un temps très long à une composition voisine de la première.

» L'iodure de bore donne avec l'hydrogène phosphoré gazeux une combinaison cristallisée que je décrirai prochainement. »

MINÉRALOGIE. — *Synthèse des minéraux crocoïte et phornicochroïte.* Note de M. C. LUEDEKING. (Extrait.)

« La synthèse de ces minéraux peut être accomplie en exposant pendant quelques mois à l'air une solution de chromate de plomb dans la potasse, dans un vase à fond plat. On obtient parfois un mélange des deux espèces de cristaux, que l'on sépare par triage.

» *Analyse :*

	Crocoïte.	Phornicochroïte.
Pb	63,9	71,4
CrO^4	35,8	28,4
	99,7	99,8

» Cette composition est la même que celle des minéraux naturels, et les cristaux offrent aussi beaucoup de modifications, lorsqu'on les étudie au microscope.

» J'ai obtenu, par la même voie, des cristaux d'hydrate de plomb $2PbO, H^2O$, en exposant à l'air, pendant quelques mois, une solution alcaline saturée de litharge. La réaction est celle-ci : l'acide carbonique de l'air change l'alcali en carbonate, lequel ne dissout pas sensiblement l'oxyde de plomb, qui se sépare en cristaux. On n'obtient pas ainsi de céruse.

» En employant le chromate avec de la potasse concentrée en grand excès, on obtient seulement la phornicochroïte.

» Avec un excès de chromate de plomb, additionné de chromate de potasse, la crocoïte se forme seule, conformément aux théories de l'équilibre chimique.

» La crocoïte se présente en prismes rhombiques obliques, avec beaucoup de modifications : éclat adamantin, couleur rouge hyacinthe. Elle est stable à l'air.

» La phornicochroïte existe en tables, d'un éclat résineux, rouge cochenille; elle semble orthorhombique. Elle est peu stable, comme les cristaux naturels, et se change à l'air en une poudre jaune.

» A Beresowsk, ces deux minéraux sont associés, et leur formation doit avoir eu lieu dans des conditions analogues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la valeur de la fonction alcool primaire.* Note de M. DE FORCRAND.

« J'ai montré récemment comment on peut concilier l'inégalité apparente des valeurs des deux fonctions du glycol avec l'hypothèse d'une valeur constante de la fonction alcool primaire. Je n'ai proposé cette explication que pour le glycol, les alcools d'atomicité supérieure possédant une ou plusieurs fonctions secondaires, de valeur probablement moindre, mais alors inconnue.

» Les mesures que je viens de faire, de la valeur de la fonction de l'alcool isopropylique, permettent d'étendre le même raisonnement à la glycérine et à l'érythrite, et de montrer que les inégalités observées ne sont qu'apparentes.

» On peut préciser ces explications de deux manières différentes :

» *Première hypothèse.* — Pour la glycérine solide, les deux premières substitutions sodiques dégagent $+39^{Cal},99$ et $+29^{Cal},91$. La fonction secondaire ayant une valeur de $+29,75$ donnerait, avec le troisième sodium, $+29,75-5,04$, soit $+24^{Cal},71$, en admettant que le glycérinate disodique contient une combinaison intramoléculaire de la fonction secondaire avec les deux premiers alcoolates, et que cette combinaison a dégagé, en se formant, le même nombre $+5,04$ que la seconde fonction primaire en s'unissant avec le premier alcoolate $\left(\frac{+39,99-29,91}{2}=+5,04\right)$. On obtient ainsi la somme dès valeurs apparentes

$$+39,99+29,91+24,71=+94^{Cal},61.$$

Or cette somme est certainement égale à celle des valeurs vraies

$$x+x+29,75=+94,61, \qquad \text{d'où} \qquad x=+32^{Cal},43.$$

» De même pour l'érythrite : on a, pour les deux premières réactions,

$+38,14$ et $+31,32$. La demi-différence est $+3^{Cal},40$. Chacune des deux fonctions secondaires fournirait donc, à partir de l'érythrate disodique, $+29,75-3,40$ ou $+26^{Cal},35$. La somme des valeurs apparentes est donc

$$+38,14+31,32+26,35+26,35\ (^1)=+122,16;$$

d'où, pour les valeurs vraies,

$$y+y+29,75+29,75=+122,16 \qquad \text{et} \qquad y=+31,33.$$

» Dans cette hypothèse, les valeurs vraies que l'on obtient pour les fonctions primaires de la glycérine et de l'érythrite, $+32,43$ et $+31,33$, sont très voisines de $+31,87$ ou $+32,00$, valeur constante admise pour la fonction primaire solide des alcools mono- ou diatomiques.

» *Seconde hypothèse.* — Supposons que ces valeurs vraies soient exactement $+32^{Cal},00$. Pour la glycérine, on a

Première réaction	$+39,99=+32,00+7,99$
Seconde réaction	$+29,91=+32,00-2,09$

» La différence $+7,99$ comprend à la fois les combinaisons de la seconde fonction primaire et de la fonction secondaire avec le premier alcoolate. Lors de la seconde réaction, la première combinaison seule est distincte; on peut donc en faire la part : elle correspond à $+2,09$. Par suite, la fonction secondaire avait dégagé, en s'unissant au premier alcoolate, $+7,99-2,09=+5^{Cal},90$. La troisième substitution fournira donc seulement $+29,75-5,90$, soit $+23^{Cal},85$. On a aussi

Pour les valeurs apparentes	$+39,99+29,91+23,85=+93,75$
Pour les valeurs vraies	$+32,00+32,00+29,75=+93,75$

De même, pour l'érythrite, l'expérience donne

Première réaction	$+38,14=+32,00+6,14$
Deuxième réaction	$+31,32=+32,00-0,68$

» La différence $+6,14$ comprend à la fois $+0^{Cal},68$ dû à la seconde

---

(1) Il est probable que la mesure directe des deux fonctions secondaires donnerait, pour la première, un nombre un peu supérieur à $+26,35$, et, pour la seconde, un nombre inférieur, la somme égalant toujours $+26,35\times 2$.

fonction primaire, et + 5,46 dû aux deux fonctions secondaires (soit en moyenne + 2,73 pour chacune). La troisième et la quatrième réaction donneraient donc en moyenne + 29,75 − 2,73, soit + 27,02. On trouve ainsi :

Pour les valeurs apparentes ...	+ 38,14 + 31,32 + 27,02 + 27,02 = + 123,50
Pour les valeurs vraies	+ 32,00 + 32,00 + 29,75 + 29,75 = + 123,50

» Les deux raisonnements conduisent sensiblement aux mêmes résultats et aux mêmes valeurs de l'énergie totale de substitution (environ $+ 94^{Cal}$ et $+ 123^{Cal}$). On sait d'ailleurs que l'alcool isopropylique donne des alcoolates polyalcooliques, ce qui permet d'attribuer aux fonctions secondaires le même rôle qu'aux fonctions primaires dans la formation des combinaisons intramoléculaires. En outre, la première réaction de la mannite ayant fourni + 34,82, nombre encore supérieur à + 32, il est probable que la théorie précédente peut s'étendre jusqu'à ce terme élevé de la série.

» On doit donc conclure que le renforcement de la première fonction primaire et l'atténuation de la seconde, dans les alcools polyatomiques, sont dus à des combinaisons intramoléculaires entre les fonctions libres et celles qui ont réagi. Ces combinaisons se forment en dégageant une quantité de chaleur tout à fait comparable à celle qui est produite par les alcoolates polyalcooliques, et l'on peut la déterminer à peu près par les raisonnements qui précèdent. Mais en réalité, dans la série des alcools étudiés, la valeur vraie de la fonction alcool primaire solide est *constante* et représentée par $+ 32^{Cal}$ en prenant pour métal le sodium. Elle ne dépend ni du poids moléculaire ni de l'atomicité de l'alcool. D'après mes expériences, elle serait aussi indépendante de la nature du radical uni à l'oxydryle (eau et alcools), et de la nature de la fonction jointe à la fonction alcool primaire (alcools à fonctions primaires et secondaires et acide glycolique).

» Enfin les alcools secondaires seraient caractérisés par une valeur de substitution moindre (environ + 29,75 pour Na), ce qui légitime l'hypothèse que les glycérinates ou érythrates mono- et disodiques sont formés aux dépens des fonctions primaires. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de la cupréine en di-iodométhylate de quinine.* Note de MM. **E. Grimaux** et **A. Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons fait connaître à l'Académie, le 10 avril 1891 [1], que la cupréine, chauffée avec du sodium et de l'iodure de méthyle en excès, se transforme en di-iodométhylate de quinine, et que, par l'emploi du chlorure ou du bromure de méthyle, on peut obtenir la quinine, qui doit, par conséquent, être considérée comme de la cupréine méthylique.

» Dans une Note publiée dans les *Annalen der Chemie* le 15 octobre 1891, M. Hesse met en doute l'exactitude de nos résultats. En reprenant nos expériences, il a obtenu, comme nous, du di-iodométhylate de quinine au moyen de la cupréine sodée : « Sous ce rapport, dit-il, je » puis confirmer les faits annoncés par Grimaux et Arnaud », mais, n'ayant obtenu en di-iodométhylate qu'un tiers ou moitié de la cupréine mise en réaction, il attribue cette différence à ce que nous aurions employé une cupréine impure.

» Nous croyons devoir reproduire ici les indications que nous avons données pour obtenir de la cupréine pure, absolument débarrassée de toute trace de quinine : épuisement, par l'éther, de la solution sodique de la cupréine, jusqu'à ce que celle-ci, additionnée d'acide sulfurique faible, ne donne plus de fluorescence. On sait que cette réaction si sensible permet de déceler un cent-millième de quinine.

» Nous rappellerons également notre Note du 15 juin 1891 [2], dans laquelle nous décrivons la cupréine éthylique ou quinéthyline, homologue de la quinine.

» Enfin, nous croyons utile de donner quelques détails sur la transformation de la cupréine en di-iodométhylate de quinine. Les expériences suivantes montrent que le rendement correspond à une transformation intégrale.

» Nous avons chauffé en tube scellé, pendant cinq heures, à 105°, un mélange de cupréine sèche et pure, 4^{gr}; sodium, $0^{gr},4$; alcool méthylique, 25^{cc}; iodure de méthyle, 10^{cc}.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 774.
(2) *Ibid.*, p. 1364.

» Le mélange devient jaune foncé, même à froid, et brunit par la chauffe. A l'ouverture du tube, on constate une très forte pression, et il se dégage un gaz inflammable qui n'est autre que de l'oxyde de méthyle.

» Le contenu des tubes est abandonné à l'évaporation à l'air libre.

» Le résidu constitue une masse cristalline brute, que l'on redissout dans l'eau bouillante en présence de noir animal. La solution filtrée et concentrée donne des cristaux que l'on purifie en les essorant et les faisant recristalliser dans l'alcool bouillant. On obtient ainsi de brillantes paillettes jaune doré de di-iodométhylate de quinine synthétique, possédant toutes les propriétés de celui que fournit la quinine. Le rendement, dans une première opération, a été de 77,9 pour 100 du rendement théorique; dans une seconde, il s'est élevé à 83 pour 100.

» Ce qui prouve que, dans cette réaction, le rendement est intégral, c'est qu'en préparant le même di-iodométhylate au moyen de la quinine, avec les mêmes proportions, dans les mêmes conditions de température et de temps de chauffe, nous avons obtenu 78 pour 100 du rendement théorique. Dans une opération faite sur une plus grande quantité de quinine (50^{gr}), au réfrigérant ascendant, pour une pression de 5^{cm} de mercure, le rendement a été de 83 pour 100.

» Dans tous les cas, le reste de la matière organique se retrouve dans les eaux mères alcooliques et aqueuses, d'où, par évaporation à sec, on peut retirer du di-iodométhylate, souillé d'une petite quantité de matières résineuses.

» Nous pouvons donc affirmer que la transformation de la cupréine en di-iodométhylate de quinine est une transformation presque totale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude sur la vitesse de décomposition des diazoïques par l'eau.* Note de MM. **P.-Th. Muller** et **J. Hausser**, présentée par M. Friedel.

« On sait que les sels des diazoïques dissous dans l'eau se décomposent avec dégagement d'azote et formation du phénol correspondant. Très lente à la température ordinaire, la décomposition croît à mesure que la température s'élève; si l'on choisit convenablement la température, il est possible de se rendre compte de la vitesse de décomposition en mesurant les quantités d'azote dégagées.

» Nos premières expériences ont porté sur le diazoïque de l'acide sulfanilique

$$C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} SO^3 \\ Az^2 \end{matrix} \right\rangle 1,4;$$

ce diazoïque peut être obtenu facilement à l'état de pureté, en suivant les méthodes connues. Nous avons d'ailleurs constaté que la décomposition est totale et qu'elle fournit la quantité d'azote théorique. On a opéré à la température de 64°, à laquelle le dégagement d'azote est très régulier et très facile à mesurer de minute en minute. Nous avons cherché à vérifier si la vitesse de décomposition obéit aux lois des masses actives, c'est-à-dire si elle est, à chaque instant, proportionnelle à la quantité de diazoïque qui n'est pas encore décomposée.

» En appelant A le volume total d'azote que le diazoïque est susceptible de dégager, x le volume dégagé au temps θ et C une constante, on doit avoir

$$\frac{dx}{d\theta} = C(A - x),$$

puisque la quantité d'azote dégagée est proportionnelle à la masse de diazoïque décomposée. En intégrant cette équation, on trouve

$$C = \frac{1}{\theta} \log \text{nép} \frac{A}{A - x}.$$

» Nous avons fait le calcul en employant les logarithmes vulgaires, ce qui revient à multiplier la constante par $\log e$.

» Voici le Tableau de quatre expériences faites à la température de 64° :

» I. $1^{gr},621$ de diazoïque dissous dans 154^{cc} d'eau, soit 10 molécules sur 10 000 molécules de mélange :

$A = 202^{cc}$.	θ.	x.	$C = \frac{1}{\theta}\log\frac{A}{A-x}$.
	min	cc	
	10	42	0,0101
	20	77	0,0104
	30	104	0,0105
	40	124	0,0103
	50	139	0,0101
		Moyenne de C.........	0,0103

» II. 3^{gr} de diazoïque dissous dans 285^{cc} d'eau; même concentration que dans le cas précédent.

$A = 392^{cc},5$.	θ.	x.	C.
	min	cc	
	10	88	0,0110
	20	154	0,0108
	30	204,5	0,0107
	40	243	0,0105
	50	271	0,0102
	60	291,5	0,00982
		Moyenne de C.........	0,0105

» III. 3^{gr},685 de diazoïque dissous dans 175^{cc} d'eau, soit 20 molécules sur 10 000 molécules.

A = 465^{cc}.	θ.	x.	C.
	min	cc	
	10	105	0,0111
	20	187	0,0112
	30	249	0,0111
	40	296	0,0110
	50	332	0,0109
	60	359	0,0107
	70	380	0,0105
	80	397	0,0104
	90	410,5	0,0103
		Moyenne de C.........	0,0108

» IV. 6^{gr},484 de diazoïque dissous dans 154^{cc} d'eau, soit 40 molécules sur 10 000 molécules.

A = 731^{cc}.	θ.	x.	C.
	min	cc	
	10	166	0,0112
	20	295	0,0112
	30	393	0,0112
	40	467,5	0,0111
	50	524,5	0,0110
	60	567,5	0,0108
	70	601,5	0,0107
	80	627,5	0,0106
	90	647,5	0,0105
		Moyenne de C.........	0,0109

» Dans le Tableau qui précède, A représente le volume d'azote dégagé à partir du moment où nous commencions nos lectures. Nous attendions chaque fois, pour faire ces lectures, que les perturbations initiales eussent disparu. Quand les quantités d'azote devenaient faibles et n'atteignaient plus qu'environ 1^{cc} par minute, nous interrompions nos observations et nous dégagions le reste de l'azote en portant le mélange d'eau et le diazoïque à la température de 100°. Le volume ainsi obtenu, ramené aux conditions de l'expérience et ajouté au volume dégagé pendant les lectures, nous donnait A.

» L'azote total dégagé, avant, pendant et après les observations, était réduit à 0° et 76^{cm}; on calculait son poids, qui fut chaque fois trouvé très sensiblement égal à celui de l'azote théorique du diazoïque décomposé.

» Ces expériences prouvent que la décomposition est effectivement régie par la loi des masses actives. La constante C est indépendante de la concentration, du moins lorsque celle-ci ne varie qu'entre $\frac{1}{1000}$ et $\frac{4}{1000}$. Ce

fait nous semble particulièrement remarquable, car les expériences que nous poursuivons actuellement sur la vitesse de décomposition du chlorure et du sulfate de diazobenzène nous ont montré qu'il n'est pas général.

» Cette constante C peut être considérée comme une constante spécifique du paradiazosulfobenzène, à 64°; il sera intéressant de voir si elle différera de celle des isomères en ortho et en méta. Nous préparons en ce moment ces corps et nous nous proposons d'étendre ces études à d'autres diazoïques, et de chercher aussi quelle sera l'influence de la température sur la vitesse de décomposition de ces produits [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'iodure de capryle sur la triméthylamine en solution aqueuse, en proportion équimoléculaire : formation de diméthylcaprylamine, à chaud; production de caprylène, à froid.* Note de MM. **H.** et **A. Malbot**, présentée par M. Friedel.

« L'action de l'iodure de capryle sur la triméthylamine diffère complètement de celle des autres éthers iodhydriques que nous avions déjà expérimentés [2], quoique l'un d'eux, l'iodure d'isopropyle, soit secondaire, comme l'iodure de capryle.

» Les résultats ne sont pas les mêmes, suivant qu'on opère à chaud ou à froid.

» A chaud, on obtient quatre produits : la diméthylcaprylamine, l'iodure de tétraméthylammonium, l'iodhydrate de triméthylamine et le caprylène. A froid, on obtient deux produits seulement : l'iodhydrate de triméthylamine et le caprylène. A chaud, le produit le plus important est la diméthylcaprylamine; à froid, c'est le caprylène.

» Ainsi, l'iodure de capryle ne fournit, pas plus à froid qu'à chaud, avec la triméthylamine, de produit d'addition. Il ne se comporte donc pas comme l'iodure d'isopropyle, qui agit, quoique secondaire, à la manière de l'iodure de propyle normal et de l'iodure d'isobutyle primaire. C'est une nouvelle preuve que les modes d'action des éthers, à l'égard des amines, ne dépendent pas nécessairement de la nature des alcools, pri-

---

(1) Travail fait à l'institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy, laboratoire de M. Haller.

(2) *Comptes rendus*, 26 octobre 1891.

maires ou secondaires, dont ils dérivent. Il faut, pour chaque cas particulier, consulter l'expérience. Celui qui nous occupe présentement mérite une attention spéciale.

» De quelle manière, en effet, rendre compte des résultats complexes et divers que l'iodure de capryle donne avec la triméthylamine, à chaud et à froid ?

» Sans doute on pourrait supposer qu'il y ait formation préalable d'iodure de triméthylcaprylammonium, par simple addition; mais il faudrait admettre que cet iodure d'ammonium quaternaire, qui se dédoublerait en éther et amine, à chaud, pût se dédoubler en sel d'amine et carbure, à froid :

$$\underbrace{IAz(CH^3)^3.C^8H^{17}}_{\text{Iodure de triméthylcapryl-ammonium.}} = \underbrace{ICH^2}_{\text{Iodure de méthyle.}} + \underbrace{Az(CH^3)^2.C^8H^{17}}_{\text{Diméthylcaprylamine.}} \quad \text{(à chaud)}$$

$$IAz(CH^3)^3.C^8H^{17} = \underbrace{IHAz(CH^3)^3}_{\text{Iodhydrate de triméthylamine.}} + \underbrace{C^8H^{16}}_{\text{Caprylène.}} \quad \text{(à froid)}$$

» Le froid favoriserait donc la séparation d'un carbure d'un sel d'ammonium, ce qui est contraire aux idées généralement admises et à tous les faits connus.

» Il vaut donc mieux ne pas recourir à l'hypothèse de la formation transitoire de l'iodure de triméthylcaprylammonium, et admettre que la formation de la diméthylcaprylamine et celle du caprylène résultent de deux réactions directes entre la triméthylamine et l'iodure de capryle, l'une s'effectuant à chaud seulement, et l'autre s'effectuant à froid.

» La réaction qui s'effectue à chaud consiste dans une véritable double décomposition entre la triméthylamine et l'iodure de capryle, qui échangent deux radicaux alcooliques :

$$\underbrace{Az(CH^3)^2CH^3}_{\text{Triméthylamine.}} + \underbrace{IC^8H^{17}}_{\text{Iodure de capryle.}} = \underbrace{Az(CH^3)^2.C^8H^{17}}_{\text{Diméthylcaprylamine.}} + \underbrace{ICH^3}_{\text{Iodure de méthyle.}} \quad (^1).$$

» C'est le premier exemple de double décomposition entre amine et

(1) L'iodure de méthyle, ainsi produit, s'unit à la triméthylamine disponible pour former de l'iodure de tétraméthylammonium.

éther que nous ayons observé; mais cette double décomposition est analogue aux doubles décompositions entre éthers, ou entre éthers et alcools, qui ont été étudiées par MM. Friedel et Crafts ([1]). Toutes sont en harmonie avec la théorie de « l'éthyle » qui convient, ainsi qu'on sait, aux amines comme aux éthers.

» La réaction qui s'effectue à froid appartient au type de phénomènes que nous avons rencontrés fréquemment, à chaud, et que nous avons appelés *phénomènes de reproduction* ou de *stagnation*.

» Cette réaction consiste dans le transport de l'hydracide de l'éther sur l'amine, et dans la mise en liberté du carbure de l'éther :

$$\underbrace{IHC^8H^{16}}_{\text{Éther capryliodhydrique.}} + \underbrace{Az(CH^3)^3}_{\text{Triméthylamine.}} = \underbrace{IHAz(CH^3)^3}_{\text{Iodhydrate de triméthylamine.}} + \underbrace{C^8H^{16}}_{\text{Caprylène.}}.$$

» Si nous passons en revue les divers modes de réactions possibles entre amines et éthers, nous constatons qu'ils sont actuellement au nombre de quatre : progression, stagnation, rétrogradation et double décomposition.

» Les phénomènes de progression et de double décomposition s'expliquent dans la théorie de l'*éthyle* qui a reçu un grand relief des travaux d'Hofmann; mais les phénomènes de *stagnation* et de *rétrogradation* s'expliquent dans la théorie de l'*éthylène* par laquelle M. Berthelot interprétait l'action de l'alcool sur le sel ammoniac, en faisant voir que ses propres expériences étaient le contre-pied de celles d'Hofmann ([2]).

» Et l'on doit remarquer ici que, dans l'analyse comme dans la synthèse, la théorie de l'*éthylène* ne sert pas à expliquer d'une manière indirecte les faits, mais qu'elle est un instrument d'interprétation directe.

» Ainsi, ce n'est pas à l'instabilité propre de l'éther que nous attribuons la mise en liberté du carbure, mais bien au mécanisme d'une réaction nécessaire. Si le phénomène était réglé par l'instabilité de l'éther, on ne verrait pas, à la place de caprylène, qui se fait à froid, se faire à chaud, de la diméthylcaprylamine.

» *Conclusion*. — La production du caprylène, à froid, vient donc compléter très heureusement la série d'exemples qui militent en faveur de la théorie de l'*éthylène*. »

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, nouvelle série, t. II, p. 100 et suivantes.
([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXXVIII, p. 63 et suiv.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle synthèse de l'acide tartrique.* Note de M. P. GENVRESSE, présentée par M. Friedel.

« On sait que MM. Perkin et Duppa ont obtenu de l'acide tartrique en traitant par l'hydrate d'oxyde d'argent l'acide bibromosuccinique. Quelque temps après, M. Maxwell Simpson, ayant préparé l'acide succinique en faisant réagir la potasse sur le dicyanure d'éthylène, a donné un moyen de faire la synthèse totale de l'acide tartrique. M. Jungfleisch s'en est inspiré dans son important travail sur ce composé.

» Mais il ne paraît pas que l'acide tartrique qui se trouve dans la nature souvent en grande quantité ait pu se former de cette manière. Il devenait donc intéressant de rechercher une nouvelle synthèse, en se plaçant dans des conditions qui pourraient être celles de la nature. L'acide tartrique dont la formule est $CO^2H-CHOH-CHOH-CO^2H$ est à la fois deux fois acide et deux fois alcool; la formule de l'acide glyoxylique étant $CHO-CO^2H$, composé à la fois aldéhydique et acide, ne pourrait-on point doubler la molécule de ce dernier composé en l'hydrogénant, comme on l'a fait pour l'acétone et pour l'aldéhyde benzoïque? En présence de l'hydrogène naissant, l'acétone se transforme en effet en pinacone, et l'aldéhyde benzoïque en hydrobenzoïne. Telles sont les considérations qui m'ont amené à tenter une nouvelle synthèse de l'acide tartrique.

» J'ai traité l'acide glyoxylique par la poudre de zinc en présence de l'acide acétique étendu de son poids d'eau, d'abord à la température ordinaire, et ensuite au bain marie; je n'ajoutais que peu à peu la poudre de zinc dans le mélange des deux acides; les proportions étaient de 1 molécule d'acide glyoxylique pour 2 de zinc et 3 d'acide acétique.

» A la liqueur filtrée pour la débarrasser du zinc non attaqué, j'ai ajouté du carbonate de potasse; il s'est précipité du carbonate de zinc; ce corps ayant été isolé, j'ai traité la liqueur potassique exempte de carbonate de potasse par du chlorure de calcium. Un précipité blanc s'est formé peu à peu; il a présenté tous les caractères du racémate de chaux; en effet, il se dissout dans l'acide chlorhydrique et il en est immédiatement reprécipité par l'ammoniaque. Il argente le verre sous l'influence d'une douce chaleur, lorsqu'on le mélange avec de l'ammoniaque et du nitrate d'argent. Il se forme à la longue, lorsqu'on traite la liqueur primitive par le sulfate de chaux.

» Les chiffres donnés par l'analyse conduisent au même résultat.

Dosage de l'eau.

Matière	$0^{gr},457$
H^2O	$0^{gr},127$

ou, en centièmes,

	Trouvé.	Calculé pour $C^4H^4O^6Ca + 4H^2O$.
H^2O	27,79	27,69

Dosage du calcium.

Matière desséchée à 200°	0gr,324
SO^4Ca	0gr,228

ou, en centièmes,

	Trouvé.	Calculé pour $C^4H^4O^6Ca$.
Ca	20,6	21,1

» Je serais arrivé à peu près aux mêmes chiffres si j'avais opéré sur du glycolate de chaux, qui cristallise, lui aussi, avec 4 molécules d'eau; quoique ce dernier perde son eau à une température plus basse que le racémate de chaux, et qu'il soit plus soluble (j'opérais toujours dans des liqueurs très étendues), pour acquérir une certitude absolue, j'ai isolé l'acide.

» J'ai traité le précipité par une quantité exactement équivalente d'acide sulfurique, l'acide sulfurique ayant été étendu de vingt fois son poids d'eau. L'acide a été mis en liberté et du sulfate de chaux s'est formé. La liqueur filtrée, pour la débarrasser du sulfate de chaux, a été abandonnée pendant plusieurs jours sous une cloche au-dessus de l'acide sulfurique; il s'est, pendant l'intervalle, déposé un peu de sulfate de chaux que j'ai enlevé; j'ai ensuite obtenu de beaux cristaux, qui ne sont point déliquescents comme l'acide glycolique.

» Les mesures des angles des cristaux ont concordé avec celles qui ont été données par de la Provostaye (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. III, p. 135) et par M. Rammelsberg (*Handbuch der Krystallogr. Chemie,* t. II, p. 101).

	Mesuré.	Trouvé par de la Provostaye.
	° ′	° ′
g^1h^1	119.54	119.24
g^1m	153.00	152.54
g^1t	129.45	129.51
g^1e^1	123.18	123.32
o^1e^1	128.10	

» La combustion de ce corps m'a donné les résultats suivants :

	gr
Matière desséchée à 100°	0,217
CO^2	0,2505
H^2O	0,081

ou, en centièmes,

	Trouvé.	Calculé pour $C^4H^6O^6$.
C..........................	31,47	32
H..........................	4,3	4

La solution de cet acide ne dévie point la lumière polarisée.

» En traitant par l'hydrogène naissant l'acide glyoxylique, j'ai donc obtenu de l'acide racémique. Le sel de chaux et l'acide présentent tous les caractères du racémate de chaux et de l'acide racémique, ils n'en diffèrent sous aucun rapport. Il ne serait pas impossible que, dans la nature, l'acide tartrique se formât d'une manière analogue [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la sécrétion pylorique chez le chien.* Note de M. **Ch. Contejean**, présentée par M. A. Chauveau.

« D'après les recherches de Klemensiewicz et Heidenhain, les glandes de la région pylorique de l'estomac sont uniquement constituées, chez le chien, par des cellules principales auxquelles ces physiologistes attribuent l'élaboration exclusive de la pepsine, la sécrétion de l'acide chlorhydrique étant réservée, dans leur opinion, aux cellules de bordure. Le suc de ces glandes, recueilli par leur procédé des fistules borgnes, serait alcalin et renfermerait uniquement de la pepsine. Remarquons à ce sujet que, sur deux animaux opérés avec succès par Heidenhain, l'un a fourni un suc acide, et l'autre n'a été examiné que vingt et un jours après l'opération, lorsque la région pylorique réséquée devait être en voie d'atrophie.

» J'ai exécuté les expériences suivantes pour contrôler ce fait :

Expérience I. — On met à nu l'estomac d'un chien à jeun depuis vingt-quatre heures; on fait une boutonnière au cul-de-sac, on lave l'estomac, et on tamponne la muqueuse pylorique avec une fine éponge, jusqu'à disparition de toute réaction acide. On lie le pylore, et on sépare l'antre du pylore de la région du cul-de-sac, par un bouchon de liège creusé en gorge à sa périphérie et assujetti par une ligature serrée. Bien entendu, on évite de comprendre dans les ligatures les artères pylorique et gastro-épiploïque droite. On place de la viande dans l'estomac et on suture la boutonnière du cul-de-sac. Deux heures après, l'animal est sacrifié par la section du bulbe; le suc de la région pylorique est acide.

Expérience II. — On lave et on tamponne comme précédemment la région pylo-

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Friedel, à la Sorbonne.

rique de l'estomac d'un chien peu sensible, porteur d'une vaste fistule établie sur le cul-de-sac. Lorsque la muqueuse n'agit plus sur le tournesol, on introduit dans l'antre du pylore une sonde en gomme, armée d'un bouchon de caoutchouc séparant cette région de celle du cul-de-sac. La sonde est maintenue en place avec la main, ou assujettie par un dispositif spécial. On fait manger l'animal, et on verse du ferrocyanure de potassium dans l'estomac. En adaptant un appareil à succion à la sonde, j'ai pu recueillir ainsi deux ou trois centimètres cubes environ d'une sécrétion acide, exempte de ferrocyanure.

» Ces expériences démontrent que la sécrétion pylorique du chien est normalement acide, et, par suite, la production de l'acide du suc gastrique ne saurait être localisée dans les cellules de revêtement [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Nouveaux anneaux ou anneaux intercalaires des tubes nerveux, produits par l'imprégnation d'argent.* Note de M. **Benjamin Ségall** [2]; présentée par M. Ranvier.

« Au lieu d'étudier isolément l'action de l'acide osmique et du nitrate d'argent sur les nerfs, nous avons associé ces deux réactifs : un nerf de grenouille, fraîchement détaché, est rapidement dissocié à l'œil nu ou à la loupe, dans quelques gouttes d'acide osmique à $\frac{1}{100}$; la dissociation dure jusqu'à ce que le nerf commence à passer du blanc au brun. La coloration brune étant produite, on porte les fibres nerveuses dans de l'eau distillée, pour enlever l'excès d'acide osmique, puis dans une solution de nitrate d'argent à $\frac{2}{100}$ où l'on continue de les dissocier. On les y laisse séjourner à la lumière solaire, pendant un temps variant de 20 minutes à $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{4}$ d'heure, en les agitant de temps en temps. On en fait ensuite des préparations dans la glycérine. Elles doivent être conservées à l'abri de la lumière.

» Dans ces préparations, on n'observe pas, au niveau des étranglements annulaires, la croix latine tout entière, décrite par M. Ranvier, mais seulement la barre transversale de la croix.

» Entre deux étranglements annulaires, on voit une série d'anneaux intercalaires, qui semblent situés sous la gaine de Schwann. Ces anneaux se trouvent au niveau de la jonction de deux segments cylindro-coniques.

» La couleur de ces anneaux varie du brun au noir, suivant le degré

---

(1) Travail du laboratoire de M. Chauveau.

(2) Ce travail a été fait dans le laboratoire d'Anatomie pathologique de la Faculté de Médecine.

d'imprégnation. La distance qui sépare deux anneaux varie suivant la longueur des segments cylindro-coniques. Leur nombre est, par conséquent, variable comme celui des segments cylindro-coniques entre lesquels ils sont compris.

» Si l'imprégnation est forte, elle s'étend à l'incisure tout entière et, au lieu d'anneaux, il se produit des disques percés à leur centre pour donner passage au cylindre-axe.

» Ces faits d'observation nous ont paru dignes d'être rapportés, bien que, jusqu'ici, il nous aït été impossible de déterminer le mode de formation et la signification morphologique des anneaux intercalaires. »

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *Sur deux espèces nouvelles de* Streptothrix *Cohn, et sur la place de ce genre dans la classification.* Note de MM. **C. Sauvageau** et **M. Radais**, présentée par M. Duclaux.

« F. Cohn a créé en 1873 le genre *Cladothrix* pour l'espèce *Cl. dichotoma,* qu'il rangeait parmi les Bactéries, et en 1875 le genre *Streptothrix* pour l'espèce *Str. Foersteri,* retirée des concrétions du canal lacrymal de l'homme ; sa place dans la classification restait pour lui indécise. Les filaments de la première espèce ont une fausse ramification, semblable à celle de plusieurs Algues Cyanophycées; ceux de la seconde possèdent au contraire une vraie ramification. Cependant, un assez grand nombre d'auteurs, à la suite de Winter et de Zopf, nient cette différence et en font deux espèces de *Cladothrix* avec fausse ramification. D'autre part, Macé (*Comptes rendus,* 1888), croyant étudier le *Clad. dichotoma,* a fait ses observations sur un *Streptothrix* qu'il a retiré de l'eau ; il confond aussi les deux genres et leur accorde une vraie ramification.

» Le genre *Actinomyces,* créé en 1877 par Harz pour l'espèce *Act. bovis,* qui cause la maladie appelée *actinomycose,* est appelé par certains auteurs *Cladothrix,* par d'autres *Streptothrix.* Les uns le considèrent comme une Bactérie pléomorphe, les autres comme un Champignon hyphomycète, d'autres encore comme intermédiaire entre ces deux groupes. Il est nécessaire, en raison de l'importance de l'actinomycose et des nombreux travaux dont elle a été le sujet, de connaître la vraie nature du microorganisme qui en est la cause.

» Or le *Cladothrix* est bien une Bactériacée, et, d'après nos recherches, non seulement l'*Actinomyces* est un *Streptothrix,* mais les *Streptothrix* sont

eux-mêmes des Champignons hyphomycètes, qui rentrent dans le genre *Oospora* de Wallroth ; par conséquent, les deux genres *Actinomyces* et *Streptothrix* doivent être supprimés. D'ailleurs, d'après la loi de priorité, le nom de *Streptothrix* ne devrait pas être maintenu dans le sens donné par Cohn; car, en 1839, Corda a déjà fait le genre *Streptothrix* pour des Champignons tout différents de ceux dont nous nous occupons ici.

» Nous sommes amenés à énoncer ce résultat après avoir étudié deux espèces nouvelles d'*Oospora* (*Streptothrix* de Cohn) dont nous résumons ici brièvement les caractères ([1]).

» Nous avons trouvé l'*Oosp. Metchnikowi n. sp.* en faisant l'analyse d'une eau de conduite. En piqûre sur gélatine, à 20°, il développe à la surface un petit bouton grisâtre qui s'accroît lentement, brunit, se ride, devient dur, corné, se creuse de sillons en s'étalant. Dès que la colonie se développe, elle produit tout autour d'elle, dans la gélatine, une teinte jaune-brun, d'abord très pâle, qui diffuse lentement, devient de plus en plus foncée et, au moment de la liquéfaction, est presque noire; elle ne descend guère, dans la gélatine, au delà de 1^{cm} de profondeur. La liquéfaction commence au bout de quinze à vingt jours et reste lente; la colonie, d'abord superficielle et qui ne s'accroît plus sensiblement, tombe au fond de la partie liquide.

» L'*Oosp. Metchnikowi* croît lentement sur pomme de terre, à 35°, sous forme de pellicules brunes, saillantes, cornées, très ondulées. Sur la gélose ordinaire, les colonies restent petites, grisâtres, dures. Sur la gélose glycérinée, elle sont larges, plates, rosées et la colorent en brun. En bouillon, elles se développent lentement et, comme tous les *Streptothrix*, sans le troubler ; l'eau de levure de bière convient beaucoup mieux comme milieu liquide ; le liquide se colore lentement. En culture dans le lait, celui-ci devient d'abord acide, puis alcalin, et prend une teinte de plus en plus foncée jusqu'au brun noir opaque. Nous n'avons jamais observé la formation de spores, sur aucun milieu.

» Nous avons rencontré accidentellement l'*Oosp. Guignardi n. sp.* dans une culture ; il se distingue très facilement du précédent par l'absence de coloration du milieu, la rapidité de sa croissance et la facilité avec laquelle il produit des spores. En quelques jours, il liquéfie la gélatine qui devient liquide et limpide comme du bouillon. Dès le troisième jour, les colonies sur gélose ou sur pomme de terre peuvent se recouvrir d'une poussière blanche ou grisâtre due aux spores. Cultivé sur gélose glucosée, ses colonies, à l'exemple de celles de l'actinomycose, se développent autant dans la profondeur du substratum qu'à sa surface ; d'ailleurs, en cultures anaérobies sur gélose, il se développe lentement en très petites colonies. L'eau de levure lui convient très bien comme milieu. Dès le deuxième jour de culture dans le lait, celui-ci sépare, au-dessous de la couche crémeuse compacte superficielle, une couche d'abord très mince, limpide, jaunâtre, qui augmente chaque jour d'épaisseur aux dépens de

---

([1]) Notre travail détaillé sera prochainement publié dans les *Annales de l'Institut Pasteur*.

la partie inférieure restée blanche et semblable à du lait; la réaction, d'abord acide, devient alcaline.

» Ces deux espèces sont, au point de vue microscopique, très semblables l'une à l'autre, comme elles le sont aussi au parasite de l'actinomycose; ce sont des filaments de diamètre égal, non articulés, ramifiés, en tout semblables à un mycélium de champignon. Ces filaments se colorent très facilement par la méthode de Gram, et ont une largeur d'environ $0^{\mu},3$. Ils montrent alors, en certains points, cette fragmentation en bâtonnets et en granulations, si souvent décrite à propos de l'actinomycose, que beaucoup d'auteurs ont interprété comme une formation de spores, et que d'autres comparent aux variations des Bactéries pléomorphes. Il s'agit là de localisations du protoplasme, par la formation de vacuoles, identiques à celles du mycélium de beaucoup de champignons. Il en est ainsi, non seulement dans ces trois espèces, mais encore dans le farcin de Nocard, et dans l'*Oosp. asteroides* (*Cladothrix*) pathogène d'Eppinger que nous avons étudiés comparativement.

» Mais, si l'on traite par le violet de gentiane aqueux, la paroi des filaments se colore, tandis que leur contenu seul se colorait par la méthode de Gram, et les filaments se montrent alors continus. En traitant par l'acide chromique à 33 pour 100 pendant plusieurs heures, la membrane n'est pas altérée, le contenu est en partie dissous, et l'on se rend compte de l'absence de cloisons.

» Dans les cultures en cellules, nos deux espèces nouvelles croissent bien et forment au bout de peu de temps des touffes très denses au centre, à filaments ramifiés rayonnant vers la périphérie; la forme de la colonie est surtout régulière quand elle provient de la germination des spores.

» Les filaments sporifères de l'*Oosp. Guignardi* sont plus larges que les filaments végétatifs ordinaires; ils restent quelque temps à contenu protoplasmique dense et homogène, puis chacun d'eux donne un chapelet de spores; la formation des spores est simultanée dans un même chapelet; toutes n'arrivent pas à maturité; elles sont rondes ou légèrement ovales, et germent au bout de quelques heures. La couleur, la forme, le mode de production des spores, permettent de ranger les espèces du genre *Streptothrix* de Cohn dans le genre *Oospora* de Wallroth, appartenant aux champignons hyphomycètes.

» En résumé, le *Cladothrix* Cohn est une Bactériacée; les *Streptothrix* Cohn et *Actinomyces* Harz en sont nettement distincts : ce sont des Champignons hyphomycètes, qui doivent disparaître l'un et l'autre comme genres et rentrer dans le genre *Oospora* Wallroth.

» Les maladies qu'ils causent : actinomycose de Bollinger, farcin du bœuf de Nocard, pseudotuberculose d'Eppinger, ne sont donc pas dues à des Bactéries, mais à des Champignons. »

BOTANIQUE. — *Histoire des* Garcinia *du sous-genre* Xanthochymus. Note de M. **J. Vesque**, présentée par M. Duchartre.

« Le genre *Garcinia* se divise en trois sous-genres, caractérisés par l'organisation de la fleur et la structure de l'appareil stomatique :

» 1° *Xanthochymus* Hook. f. — Fleurs 5-mères. Stomates à antichambre large, arrondie ou largement ou même transversalement elliptique, fréquemment obscurément rectangulaire, ou rarement didyme.

» 2° *Rheediopsis* (sections *Teracentrum* Pierre et *Rheediopsis* Pierre). — Fleurs 4-mères. Stomates à antichambre étroite, lancéolée, marqués des deux côtés d'une masse cellulosique réfringente, et accompagnés de deux cellules accessoires latérales fortement proéminentes.

» 3° *Eugarcinia*. — Fleurs 4-mères. Stomates elliptiques à ostiole et à antichambre étroits, lancéolés, non pourvus de masses réfringentes et à cellules accessoires non saillantes.

» Le premier sous-genre se rattache aux Moronobées par l'intermédiaire du *Pentadesma butyracea* qui, seul parmi les plantes de cette tribu, présente le même appareil stomatique, ainsi que d'autres caractères morphologiques et histologiques qui le rapprochent des *Garcinia*. Cette considération, ainsi que d'autres remarques, sur lesquelles je ne puis insister ici, font des *Xanthochymus* les *Garcinia* les plus anciens. C'est de ces plantes que je m'occuperai particulièrement dans la présente Note.

» Le deuxième sous-genre relie les *Garcinia* aux *Rheedia*, qui sont presque tous américains, et qui s'en écartent par leur calice 2-mère au lieu de 4-mère. Les *Eugarcinia* enfin constituent la partie numériquement la plus importante et la plus autonome du genre.

» Le groupe nodal des *Xanthochymus* est représenté par le *G. spicata* (Hook. f.), espèce collective de l'Inde et de Ceylan, à feuilles relativement petites, à rameaux relativement grêles, à pétioles et à sépales souvent pubescents, quoique l'épiderme épaississe assez fortement sa paroi externe. Les fleurs sont disposées en fascicules axillaires, plus rarement insérées sur de courts rameaux axillaires par petits fascicules décussés ou distribués en quinconce (var. *spicata vera*).

» Ce groupe nodal sert de point de départ à trois branches :

» 1° *G. dulcis* Kurz, *G. Xanthochymus* Hook. f., *G. Cambodgiensis* Vesque, *G. Andersoni* Hook. f., espèces qui fournissent des feuilles et des fruits de plus en

plus développés et dont les rameaux deviennent eux-mêmes de plus en plus épais, sans que l'épharmonisme dévoile des caractères spécifiques bien arrêtés. Toutes ces formes semblent n'avoir pas pu encore se dégager complètement du groupe nodal *spicata*. La tendance au pilosisme, déjà indiquée dans le groupe nodal, ne parvient pas à se développer beaucoup, sans doute faute de stations suffisamment sèches (Bengale, Ceylan, etc.). Il y en a cependant des traces par ci par là. Le *G. Vilersiana* Pierre, espèce indigène du Cambodge, doit être considéré comme un dérivé, latéral par rapport à la branche entière, du *G. Xanthochymus*. Il est velu.

» L'épaississement de la paroi épidermique externe caractérise au contraire, à l'exclusion du développement des poils, la deuxième branche issue du *G. spicata*. Cette branche comprend trois espèces bornéennes : *G. petiolaris* Pierre, *G. spectabilis* Pierre, *G. brevipes* Pierre. Le premier a de petites feuilles, des rameaux grêles, un mésophylle d'une dizaine d'assises de cellules; c'est l'assise la plus héliophile du sous-genre.

» Le deuxième, dont les rameaux ont la grosseur du doigt, a des feuilles plus grandes, brièvement, au lieu de longuement pétiolées et présentant environ 17 assises. L'antichambre des stomates est transversalement elliptique. Enfin, le *G. brevipes* possède des feuilles beaucoup plus grandes encore, brièvement pétiolées et longuement et brusquement acuminées. Son mésophylle est faible, mais ce qui le différencie surtout, c'est que la paroi externe, épaissie, de l'épiderme, est ponctuée le long des parois latérales, non sur la face interne, mais sur la face externe, confinant à l'air ambiant.

» La troisième branche consiste probablement en deux espèces, le *G. madagascariensis* Planch. et Triana et le *G. quadrifaria* (Oliv.) H. Bn., indigène de l'Afrique tropicale occidentale. Le premier, dont les fleurs sont disposées en cymes terminales raccourcies, ne m'est connu que par la description de ses auteurs. Il est possible qu'il soit indépendant de l'autre espèce et forme alors, comme cette dernière, une branche monotype partant du *C. spicata*. N'ayant aucune indication sur la structure anatomique de la plante, je ne puis m'arrêter à cette question. Chez le second, nous trouvons des grappes terminales, à fleurs très nombreuses, longuement pédicellées et régulièrement décussées en quatre orthostiques. L'épiderme y épaissit considérablement sa paroi externe et la partie extérieure des parois latérales. L'antichambre du stomate est très large et divisée en deux espaces latéraux par un étranglement médian.

» En résumé, nous voyons trois lignes de différenciation, répondant à trois amorcements différents : une série tendant au pilosisme, la deuxième tendant à l'épaississement de la cuticule, la troisième, surtout de nature morphologique, modifiant l'inflorescence en remplaçant les fascicules axillaires par des cymes ou des grappes terminales.

» Une seule espèce du sous-genre, le *G. spicata* avec ses variétés, renferme le germe de ces différenciations; les poils ne lui font pas défaut; la paroi épidermique est plus ou moins épaissie; enfin, la variété *spicata vera* présente de petits épis à la place des fascicules de fleurs.

» La position centrale de cette espèce est donc parfaitement démontrée; elle constitue le groupe nodal, le descendant le plus direct, toujours variable, de l'ancêtre commun de tous les *Garcinia* du sous-genre *Xanthochymus*.

» Faisons remarquer, encore une fois, que la première branche appartient, comme le groupe nodal lui-même, à l'Inde, au Cambodge et à l'île de Java; la deuxième, à l'île de Bornéo; tandis que la troisième, passant par Madagascar, projette son espèce ultime jusqu'au Gabon, où elle se trouve mêlée aux espèces du sous-genre *Rheediopsis*. La distribution géographique des espèces est ici singulièrement d'accord avec l'évolution du genre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la perturbation magnétique et l'aurore boréale du* 6 *mars* 1892. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Une nouvelle perturbation magnétique, moins intense toutefois que celle du 13 au 14 février [1], a été constatée à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, dans la nuit du 6 au 7 mars; elle a été accompagnée d'une aurore boréale.

» Les courbes magnétiques du 5 mars avaient été très régulières; mais, dans la journée du 6, les valeurs des trois éléments s'écartent notablement de la normale : la déclinaison et la composante horizontale se tiennent au-dessus, et la composante verticale au-dessous de leurs valeurs moyennes. A partir de 5^h du soir, la perturbation augmente d'intensité; entre $5^h 35^m$ et 6^h, la déclinaison diminue brusquement de 40′; la composante horizontale diminue également, tandis que la composante verticale augmente. Les aimants restent très agités toute la nuit. L'oscillation principale se produit à $9^h 10^m$; à ce moment, tous les éléments subissent une variation brusque, coïncidant avec l'apparition d'une aurore boréale.

» Prévenu par les écarts irréguliers constatés entre 5^h et 6^h du soir aux appareils à lecture directe, j'ai porté mon attention sur le ciel, qui était parfaitement pur.

» Vers $6^h 30^m$, on commençait à voir, à l'horizon nord, une bande sombre de 5° à 6° de hauteur, et s'étendant à 30° environ de part et d'autre du nord magnétique; immédiatement au-dessus de ce segment obscur, une zone, vivement éclairée d'une lumière blanche, s'élevait à 20° ou 25° au-dessus de l'horizon. Cet aspect caractéristique dif-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 352.

férait nettement, malgré l'éclat de la lune qui en affaiblissait le contraste, avec le ton uniforme du ciel dans les autres directions. A $9^h 10^m$, un faisceau de rayon lumineux, d'une teinte *rouge foncé*, apparut subitement au nord magnétique, se développant en éventail très rapidement et traversant le ciel du nord au sud en passant par le zénith; le phénomène ne dura que quelques minutes. Lorsque l'observateur de service, que j'avais prié de veiller, vint me prévenir, les rayons disparaissaient déjà ($9^h 15^m$); mais toute la région nord-ouest du ciel restait empourprée d'une teinte uniforme, dont l'éclat diminuait visiblement; à $9^h 20^m$, on n'apercevait plus aucune trace de coloration. L'observateur n'a rien remarqué de particulier plus tard dans la nuit.

» La grande tache signalée lors de la perturbation du 13 février a disparu le 20, et, après une demi-rotation du Soleil, s'est montrée de nouveau le 4 mars, très diminuée en étendue; les 5, 6 et le 7, on constate autour de cette tache principale quelques autres petites taches, au milieu d'une vaste zone de facules. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la perturbation magnétique du* 13-14 *février* 1892. Note de M. **H. Wild**, présentée par M. Mascart.

« Après avoir présenté à l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, dans sa séance du 12-24 février, une Communication sur la perturbation magnétique tout à fait extraordinaire, enregistrée à l'Observatoire de Pawlowsk, je viens de lire, dans les *Comptes rendus* du 15 février, une Note de M. Moureaux sur le même phénomène. D'après cette Note, il semble que, indépendamment des coïncidences déjà signalées en d'autres circonstances, on peut constater, dans l'allure générale des variations au Parc Saint-Maur et à Pawlowsk, des différences très remarquables qu'il me paraît utile de signaler. Pour faciliter la comparaison, je donnerai toutes les heures en temps moyen de Paris.

» A Pawlowsk, la perturbation a commencé à $5^h 43^m$ du matin, c'est-à-dire, dans les limites d'appréciation de l'heure, au même moment qu'au Parc Saint-Maur; mais elle se manifestait en sens contraire pour tous les éléments dans les deux stations.

» A Pawlowsk, nous avons observé une diminution très prononcée et très brusque de la déclinaison occidentale et de la composante horizontale, et une légère augmentation de la composante verticale.

» Pendant que la déclinaison oscillait ensuite de part et d'autre de sa valeur moyenne, la composante horizontale, dont les variations étaient également très accusées, se tenait au-dessus de la moyenne depuis midi 40^m jusqu'à $6^h 40^m$ du soir, avec un maximum entre $1^h 10^m$ et $3^h 40^m$. (Le moment précis et la valeur absolue de ce

maximum ne peuvent pas être fixés, l'image du bifilaire étant sortie du champ.) Cet élément est resté ensuite au-dessous de la moyenne jusqu'à 7^h du matin le 14, avec un minimum excessif entre minuit et $1^h 20^m$; d'après des observations directes supplémentaires, l'écart est de plus de 0,02 (unités C. G. S.). Après une nouvelle hausse, entre 2^h et 4^h du soir, la composante horizontale, comme les autres éléments, redevenait à peu près normale.

» Les variations de la composante verticale ont suivi sensiblement la même marche que celles de la composante horizontale; le maximum s'est produit vers 3^h du soir, et un maximum exceptionnel entre minuit et 1^h du matin; cet élément a subi également une hausse passagère entre 2^h et 4^h du soir le 14. La composante horizontale a varié de plus de 10 pour 100 de sa valeur moyenne et la composante verticale de 5 pour 100 dans le même sens; l'intensité totale du magnétisme terrestre a donc été très affectée par cette perturbation.

» La plus grande variation de la déclinaison s'est produite lorsque les deux composantes de l'intensité atteignaient leur valeur minimum. La déclinaison était de $1^{\circ}27'$ ouest à minuit 22^m, et de $1^{\circ}47'$ est à $1^h 14^m$ du matin, soit un écart total de $3^{\circ}14'$ (la déclinaison normale à Pawlowsk est actuellement de $0^{\circ}5'$ ouest). Depuis 1869, époque à laquelle remonte l'installation du magnétographe, nous n'avons jamais observé des variations d'aussi grande amplitude.

» Le télégraphe a signalé, pour la nuit du 13 au 14 février, des aurores boréales observées à Skudesnoës en Norvège, et à Nicolaistadt en Finlande; dans les autres stations météorologiques du nord de l'Europe, le ciel était couvert. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les perturbations atmosphériques, magnétiques et sismiques de février* 1892. Note de M. **Ch.-V. Zenger**. (Extrait par l'auteur.)

« L'aurore boréale dernière et les événements météorologiques, magnétiques et sismiques du 8 au 13 février 1892, viennent de confirmer ce que j'ai avancé depuis le Congrès international météorologique de Paris en 1878, à savoir que les perturbations magnétiques, électriques et mécaniques de notre atmosphère, les courants terrestres, les tremblements de terre et les éruptions volcaniques ont une origine commune : c'est l'activité solaire extraordinaire et la rotation solaire qui détermine leur période par la durée d'une demi-rotation de 12,5935 jours, d'après M. Faye.

» J'ai présenté, en 1890, à l'Académie, le résumé des observations magnétiques de Greenwich et des observations des aurores boréales en

Suède pendant quarante-deux années, qui montrent leur simultanéité. Les trois grandes perturbations du 11-17 novembre 1882, du 7-9 février 1889 et du 8-13 février 1892 sont exactement séparées par l'intervalle de 87 et de 268 périodes de 12,6 jours chacune; les tempêtes, les orages à neige, l'électricité atmosphérique et terrestre, d'une intensité extraordinaire, les perturbations magnétiques, les tremblements de terre et les éruptions volcaniques, tous ces phénomènes se sont produits simultanément sur notre planète. »

ANTHROPOLOGIE. — *Sur trois squelettes humains fossiles, découverts dans les grottes des Baoussé-Roussé, en Italie.* Note de M. **Émile Rivière.**

« Les squelettes humains trouvés dans les grottes des Baoussé-Roussé, en Italie, dites *Grottes de Menton*, que M. le Ministre de l'Instruction publique m'a chargé d'aller étudier dans la caverne même où ils ont été trouvés, et de rapporter en France, sont au nombre de trois, ainsi qu'on me l'avait annoncé.

» Ils ont été mis à découvert, le premier, le dimanche 7 février 1892; les autres, quelques jours plus tard, par un carrier de Vintimiglia, dans la cinquième grotte [1], à dix-huit mètres environ de l'entrée de cette grotte, profonde de $31^{m},50$, et dans la partie la plus rétrécie. Ils sont couchés côte à côte, dans le sens transversal de la caverne dont ils occupent presque toute la largeur. Leur orientation est est-ouest, tandis que les six squelettes humains (trois d'adultes et trois d'enfants), que j'ai découverts en 1872 et 1873, étaient tous situés dans le sens même de la caverne, c'est-à-dire soit nord-sud, soit sud-nord. Enfin, le premier et le troisième sont dans le même plan, tandis que le deuxième est à un niveau un peu inférieur.

» Ce dernier n'étant encore découvert qu'en partie, je me bornerai à parler ici seulement des squelettes 1 et 3, lesquels sont ceux d'un vieillard et d'un sujet de vingt ans environ, du moins d'après les premières constatations que je viens de faire, la dernière dent molaire ou dent de sagesse n'étant encore qu'incomplètement sortie de son alvéole.

» Ces deux squelettes appartiennent bien, comme les précédents, à la race des *Hommes fossiles de Menton* dite *race de Cro Magnon*, dont ils présentent la plupart des caractères: même forme cranienne; même forme rectangulaire si particulière des

---

(1) Ces grottes sont au nombre de sept et c'est dans la quatrième, dite *Barma dou Cavillou*, que j'ai découvert, le 26 mars 1872, le squelette humain qui figure dans la galerie d'Anthropologie du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, auquel je l'ai donné à cette époque.

orbites. Ils sont aussi de grande taille; l'un d'eux, si j'en juge par la longueur du fémur, mesurerait environ $1^m,85$. Les trois squelettes d'adultes de 1872-1873 mesuraient $1^m,85$, $1^m,90$ et 2^m environ.

» Tous les ossements humains des squelettes récemment découverts sont, comme ceux de 1872-1873, revêtus de cette teinte rouge si curieuse, parsemée de points brillants, due au fer oligiste transformé en peroxyde de fer, dont les cadavres, *ceux des adultes seulement*, avaient dû être recouverts au moment de leur inhumation.

» De plus, de nombreuses coquilles percées, appartenant pour la plupart à l'espèce connue sous le nom de *Nassa neritea*, ont été trouvées autour du cou et sur la poitrine de ces squelettes, accompagnées non seulement de canines de Cerf percées, comme chez les trois squelettes d'adultes de 1872-1873, mais encore de vertèbres de poissons, genre *Salmo;* coquilles, dents et vertèbres de poissons, sont rougis aussi, avec parcelles brillantes, par le peroxyde de fer. Deux autres coquilles, genre *Cypræa*, étaient placées sur les jambes du vieillard, au niveau du tiers inférieur des tibias.

» Je dois ajouter que deux silex taillés, mesurant $0^m,23$ de longueur sur $0^m,051$ dans leur plus grande largeur, ont été trouvés avec le squelette de vieillard. Ce sont : 1° une forte lame en silex rubanné, entière, qui était placée derrière le crâne; 2° un grattoir, entier également, présentant quelques faibles retouches à son extrémité la plus large. Il y avait aussi un objet en os ou plutôt en bois de Cervidé, de forme bizarre, dont je ne connais pas l'analogue; il est également rougi par le fer oligiste. Sa forme est celle de deux petits œufs d'oiseau accolés par l'une de leurs extrémités, dont la surface parfaitement arrondie est gravée de plusieurs séries de traits peu profonds, mais très distincts néanmoins, séries assez régulièrement espacées sur tout le pourtour de l'objet, et dont les traits, à peu près parallèles et de mêmes dimensions, sont aussi à peu près également distants les uns des autres. Cet objet mesure seulement $0^m,036$ dans son plus grand diamètre.

» Je ne puis entrer aujourd'hui dans plus de détails sur les particularités ostéologiques de ces squelettes, ni sur les dimensions de chacun des os qui les constituent : j'attends, pour le faire, que j'aie pu procéder à leur extraction. »

M. **Junius** informe l'Académie qu'il fait usage, depuis plus d'un an, de vases poreux en porcelaine d'amiante, pour la construction de ses piles.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MARS 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel**, en annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Léon Lalanne*, s'exprime comme il suit :

« Léon Lalanne, sorti de l'École Polytechnique en 1831 dans le corps des Ponts et Chaussées, a accepté tous les devoirs de sa savante profession. Il a été retraité, en 1882, comme inspecteur général de première classe.

» Pendant sa longue carrière, en France et à l'étranger où sa renommée plus d'une fois l'a désigné pour d'importants travaux, il a accru à chaque épreuve la confiance depuis longtemps méritée.

» La haute estime de ses camarades était pour l'Académie des Sciences une puissante recommandation, mais elle demande à ses élus des titres plus personnels et plus précis. Ceux de Lalanne étaient éclatants. Le jour n'est pas venu d'en présenter le tableau; je me bornerai à rappeler

ici le souvenir qui le touchait le plus. C'est sur le Rapport du grand géomètre Cauchy que l'Académie, il y a cinquante ans déjà, a approuvé avec grands éloges, le Mémoire de Lalanne sur les abaques. Les louanges tombées de si haut ont été pour le jeune ingénieur un encouragement plus encore qu'une récompense. Jamais Lalanne, au milieu de ses importants travaux et de ses études profondes et variées, n'a perdu de vue les conséquences de ses principes chaque jour plus féconds. Jamais il n'a négligé l'occasion de revendiquer un droit indiscutable dont il était fier.

» Lalanne a siégé douze ans parmi nous; ils ont suffi pour faire apprécier de tous l'étendue de sa science, l'élévation de son esprit, l'affectueuse bienveillance de son caractère. »

Le Bureau décide que la séance sera levée, en signe de deuil, après le dépouillement de la Correspondance.

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des branches vasculaires coniques et des inductions auxquelles elles conduisent au sujet de l'organisation de l'appareil vasculaire sanguin;* par M. **Ranvier**.

« Comme je l'ai dit dans une Communication antérieure, la membrane periœsophagienne de la grenouille constitue pour les histologistes un précieux objet d'étude. Elle est d'une grande minceur et cependant sa structure est complexe. Elle renferme, par exemple, de nombreux vaisseaux, parmi lesquels on distingue des artérioles, des capillaires et des veinules. Ces différents vaisseaux étant compris dans un seul plan, on peut sans difficulté, surtout lorsqu'ils sont imprégnés d'argent et ensuite injectés de gélatine, les suivre dans tout leur trajet et bien observer leurs rapports. C'est ainsi que j'ai pu reconnaître quelques dispositions curieuses, qui n'avaient pas été observées jusqu'ici et qui s'expliquent par le développement.

» Tous les capillaires n'ont pas le même diamètre et la même forme : quelques-uns sont coniques, au lieu d'être cylindriques, comme la plupart des autres. Je les désignerai sous le nom de *branches vasculaires coniques*. Le cône que figurent ces vaisseaux est plus ou moins allongé et son sommet est tronqué (*fig.* 1, *c*). On peut aussi comparer les branches vasculaires coniques à des entonnoirs et leur considérer un grand et un petit orifice. Par leur grand orifice, les branches vasculaires coniques communiquent

avec les capillaires ou les veines et par leur petit orifice elles s'ouvrent dans les artères.

» La circulation du sang s'y fait donc dans une direction inverse de celle qui se produirait dans un entonnoir rempli de liquide et disposé pour l'écoulement. Si l'on ajoute qu'avant de pénétrer dans les artères les branches coniques montrent souvent une ou deux inflexions (*fig.* 1, *n*) et sont presque toujours étranglées comme par un anneau (*fig.* 2, *n*), on est conduit à penser que les choses sont disposées comme si un obstacle permanent ou temporaire devait être apporté au passage du sang des artères dans les branches coniques. Je ne veux pas rechercher aujourd'hui s'il y a là un mécanisme physiologique, le but de cette Communication étant seulement de faire connaître une disposition nouvelle et d'en chercher la signification morphologique. Cette signification, on peut la trouver dans le développement des vaisseaux sanguins. C'est là un point qui me paraît très important parce qu'il conduit à une conception toute nouvelle de l'appareil vasculaire chez les batraciens.

» Chez les Mammifères, l'appareil vasculaire, le cœur mis à part, peut être considéré comme formé de trois systèmes organiques, le mot *système* étant compris dans le sens de Bichat. Ces trois systèmes, qui sont l'artériel, le veineux et le capillaire, diffèrent les uns des autres non seulement par l'attribution physiologique, mais encore par la structure. Ils diffèrent aussi par le développement.

» Le point de départ, c'est-à-dire l'origine d'un réseau capillaire, est dans une cellule à laquelle j'ai donné le nom de *cellule vasoformative*. Cette cellule se ramifie; ses ramifications s'anastomosent entre elles et forment ainsi un réseau protoplasmique, plein d'abord, qui se canalise ensuite et auquel viennent se rendre des artérioles et des veinules. Ces artérioles et ces veinules proviennent du bourgeonnement et de l'extension des artères et des veines préexistantes.

» J'ai exposé pour la première fois ces faits, dans un travail dont la date est déjà ancienne; ils sont également relatés dans mon *Traité technique d'Histologie*. Ils conduisent à la conclusion que les trois systèmes de l'appareil vasculaire sanguin ont une réalité objective.

» Chez la grenouille, on n'observe pas de cellules vasoformatives. Tout le développement de l'appareil vasculaire périphérique se fait par l'extension des branches vasculaires préexistantes, comme Golubew (¹) l'a vu le

---

(¹) Golubew, *Arch. f. micr. Anatomie*, p. 49; 1869.

premier et en même temps l'a parfaitement établi. Des vaisseaux, ou plutôt de leur paroi, partent des prolongements en forme de pointes, *pointes d'accroissement*, qui se mettent en rapport avec des pointes semblables émises par les vaisseaux voisins, se soudent entre elles et se canalisent pour recevoir les globules sanguins au moment où la circulation s'y établit. Chez les batraciens, le système capillaire n'aurait donc pas une origine indépendante, puisque les vaisseaux qui le composent émaneraient directement des branches vasculaires antérieurement formées, c'est-à-dire des artères et des veines. Peut-être, faudrait-il dire des artères ou des veines? La question mérite d'être posée. En effet, si les capillaires procèdent des artères et des veines, ils appartiennent en partie au système artériel et en partie au système veineux; s'ils viennent des artères ou des veines, ils sont une dépendance du système artériel ou du système veineux.

» Les branches vasculaires coniques vont nous servir de guide. Ces branches correspondent à des pointes d'accroissement. On peut le démontrer. J'ai des préparations dans lesquelles leur petit orifice, orifice artériel, est resté imperméable; à sa place on observe un cylindre protoplasmique plein qui vient se souder à la paroi d'une artériole. Je pense que cette observation ne peut laisser subsister aucun doute. Les branches vasculaires coniques sont bien des pointes d'accroissement qui, parties d'une veinule ou d'un capillaire d'origine veineuse, ont atteint une artériole, se sont soudées à sa paroi et en ont déterminé la perforation.

» Toutes les pointes d'accroissement ne sont pas destinées à former des branches vasculaires coniques. La plupart d'entre elles, en effet, concourent à l'édification et à l'extension des réseaux capillaires, par un mécanisme bien connu et sur lequel, par conséquent, je ne dois pas revenir ici.

» Les dessins que j'ai fait reproduire dans cette Note montrent les vaisseaux de la membrane périœsophagienne de la grenouille verte, imprégnés d'argent et ensuite injectés de gélatine. Pour ne pas compliquer l'image, on a représenté seulement les cellules endothéliales de la surface des vaisseaux, la plus voisine de l'œil de l'observateur, à l'exception d'un seul point (*fig.* 1, *n'*) qui correspond à l'abouchement d'une branche conique dans une artériole. Les artérioles se reconnaissent aux lignes transversales que produit l'imprégnation d'argent sur leur tunique musculaire; les lignes et, par conséquent, des cellules musculaires se montrent aussi sur quelques-unes des branches coniques, au voisinage des artérioles, dans une longueur variable, mais généralement petite. Cette

dernière observation conduit à admettre que des vaisseaux ayant à l'origine la structure simple des capillaires peuvent devenir des artérioles par l'adjonction de cellules musculaires, et que la formation de ces cellules se

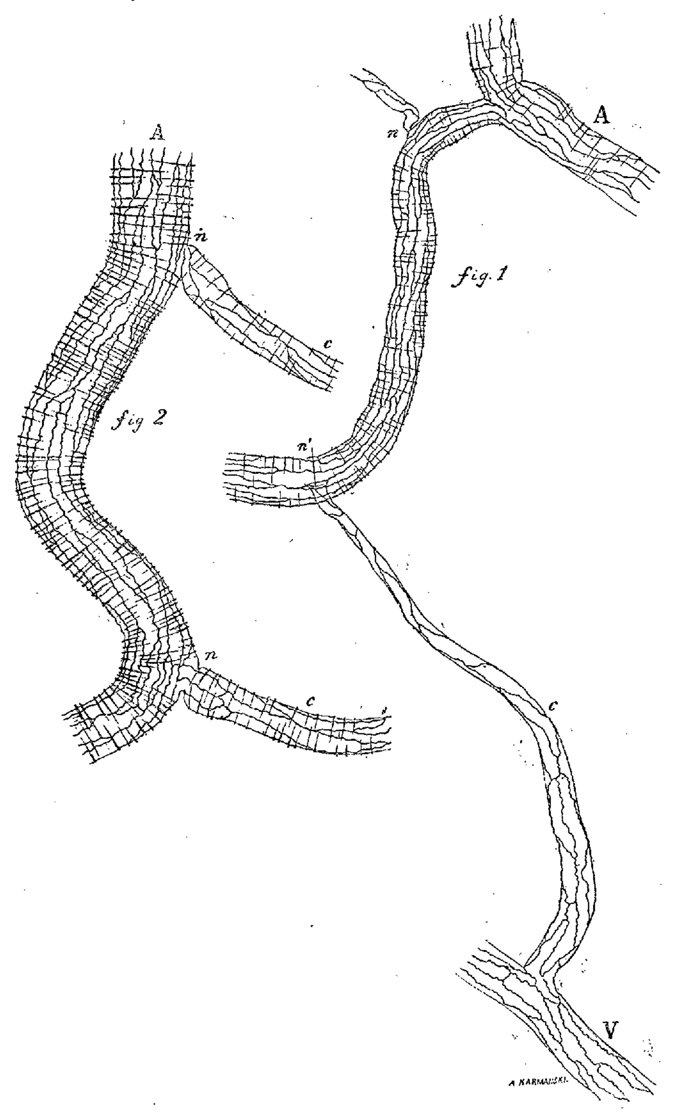


Fig. 1. — Vaisseaux de la membrane périœsophagienne de la grenouille verte, injectés d'une solution de nitrate d'argent à $\frac{5}{1000}$ et ensuite de gélatine. A, artériole; V, veinule; *c*, branche vasculaire conique allant de l'artériole à la veinule; *n*, orifice artériel d'une branche conique qui n'a pas été entièrement dessinée.

Fig. 2. — Même préparation. A, une artériole dans laquelle viennent s'ouvrir deux branches vasculaires coniques, *c*; *n*, orifice artériel de ces branches vasculaires.

fait de proche en proche, à partir de l'artère, comme si les nouvelles cellules musculaires se développaient sous l'influence des anciennes. Les faits d'histogénèse bien nets, scientifiquement établis, sont encore si rares que tous ceux auxquels ce caractère peut être attribué doivent être enregistrés avec soin.

» Le grand orifice, ou orifice veineux, des branches coniques est tapissé de cellules endothéliales dont le pavé régulier se poursuit sans ligne de démarcation, sans le moindre accident de forme, dans les vaisseaux d'origine (*fig.* 1, V).

» Il n'en est pas de même de l'orifice artériel ou petit orifice. L'endothélium, à son niveau, présente une disposition particulière. Quelquefois la limite des deux endothéliums, celui de la branche conique et celui de l'artère, est nettement indiquée par une ligne circulaire; d'autres fois, cette ligne, bien qu'irrégulière, montre encore par l'ensemble de son trajet que les deux endothéliums ont été indépendants d'abord et que leur soudure s'est établie ensuite après un léger remaniement des éléments mis en contact (*fig.* 1 et 2, *n* et *n'*).

» J'arrive maintenant à la conclusion, à l'idée générale qui découle des faits exposés dans cette Note. Tandis que chez les mammifères l'appareil vasculaire peut être considéré comme formé de trois systèmes distincts, ayant chacun sa structure et son mode de développement, chez les batraciens, deux systèmes seulement concourent à l'édification de l'appareil vasculaire, l'artériel et le veineux; dans ce groupe de vertébrés, peut-être aussi dans d'autres groupes de cette classe d'animaux, les capillaires paraissent être une dépendance du système veineux. Pour l'établir d'une façon définitive, de nouvelles recherches sont nécessaires. Je les ai commencées; mais, comme elles ne sont pas encore suffisantes, je les poursuis et j'en rendrai compte dans une autre Communication.

» Je ne veux pas terminer sans faire remarquer combien il est curieux que des vaisseaux en voie de formation et de croissance partent des veines où la pression sanguine est si faible pour venir s'ouvrir dans les artères où la tension du sang est relativement considérable. Il eût été impossible de supposer, *a priori,* l'existence d'un fait de ce genre, et cependant un peu de réflexion conduira sans doute tous les biologistes à concevoir que la force d'extension des organes qui se développent, et dont l'origine est dans le protoplasma cellulaire, doit être plus grande que n'importe laquelle des forces physiques ou chimiques proprement dites dont dispose l'organisme. »

CHIMIE. — *Recherches sur le samarium*. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« J'ai autrefois eu l'occasion d'observer un spectre électrique qui se produisait en faisant éclater l'étincelle induite (non condensée) d'une bobine à long fil sur certaines solutions riches en samarine. Les raies les plus saillantes de ce spectre ont pour longueurs d'onde approchées :

466,2 env.	Raie étroite.
462,7	Raie étroite. Un peu plus forte que 466,2.
459,3	Raie étroite. Un peu plus forte que 462,7.

» On retrouve ces raies dans les spectres obtenus, soit par M. Thalén avec l'étincelle condensée [1], soit par M. Demarçay avec sa bobine à court fil, mais elles n'y représentent pas (surtout dans le spectre de M. Thalén) les principales d'entre les raies assez nombreuses que donne alors le samarium. Avec ma bobine à long fil, la plupart des raies Sm de M. Thalén et de M. Demarçay restent invisibles, ce qui rend les raies 466,2, 462,7 et 459,3 d'autant plus intéressantes.

» D'un autre côté, j'ai observé, dans beaucoup de produits samarifères, et par renversement de l'étincelle [2], une nouvelle et généralement faible bande de fluorescence qui est large, fortement dégradée vers le rouge, et qui a son bord droit relativement net. Quand la bande est suffisamment intense, on voit que ce bord droit est formé par une raie ayant pour longueur d'onde approchée 611,2. Le bord gauche, très indécis et variable avec l'intensité de lumière, se perd dans les environs de $\lambda = 622$.

» Je viens maintenant de terminer un fractionnement entrepris en 1890 dans l'espoir de séparer les divers éléments dont on pense que la samarine actuelle se compose. Il ne m'a été possible de faire cette recherche que grâce à l'obligeance extrême et à la véritable générosité de M. le professeur Clève, qui a consacré beaucoup de temps et de soins à la préparation si difficile des terres rares et qui a bien voulu me confier un peu plus de 3gr de la meilleure samarine qui ait jamais été obtenue.

» J'ai fractionné cette samarine par l'ammoniaque, mais je suis loin d'avoir obtenu les séparations nettes que j'avais espérées ; cette recherche

(1) M. Thalén indique des raies assez faibles à 466,8, 462,6 et 459,3.

(2) Voir *Comptes rendus*, 1er sem. 1885, p. 1437.

m'a toutefois donné l'occasion de faire quelques observations sur les raies électriques et sur la bande de renversement autrefois observées.

» 1° Les raies électriques ne se voient plus sensiblement dans la queue du fractionnement (terres les plus basiques); elles sont faibles au milieu et un peu plus accentuées dans la tête (terres les moins basiques) : leur intensité y est cependant encore modérée. Les raies électriques ne paraissent donc pas appartenir à la masse principale de la terre soumise au fractionnement.

» 2° La bande fluorescente 611-622 se renforce à mesure qu'on s'avance vers la tête du fractionnement, mais elle se voit encore dans la queue; à l'extrême tête, elle est assez belle, tout en restant un peu moins brillante que l'orangée du Sm, même si l'on place l'étincelle au milieu du liquide (voir ci-après).

» 3° En 1886, j'ai signalé (*Comptes rendus*, 1er sem. 1886, p. 901) les variations d'éclat qui se produisent chez les fluorescences de renversement Z_α et Z_β, quand on place l'étincelle vers le centre de la surface du liquide, au lieu de la tirer contre le bord du ménisque. On observe un effet semblable avec la bande orangée du Sm et la bande 611-622; cette dernière gagne beaucoup quand l'étincelle est tirée près du centre : elle se comporte donc comme les bandes de Z_β; la bande orangée Sm est alors plutôt un peu affaiblie.

» La présence du Fe^2Cl^6 atténue la bande orangée Sm, mais affaiblit bien davantage la bande 611-622; celle-ci se comporte donc encore ici à la façon de Z_β.

» 4° Des différences très marquées se manifestent aussi entre les trois bandes du Sm (anciennement connues), lorsqu'on fait varier la position de l'étincelle par rapport au ménisque liquide. Avec le renversement *au milieu*, la bande orangée est un peu affaiblie, la verte l'est beaucoup et la rouge l'est tellement que souvent on l'aperçoit à peine, tandis *qu'au bord* elle dominait légèrement la verte. Il me semble que ce fait n'est pas sans intérêt au point de vue de la complexité supposée du samarium.

» 5° Il n'est pas impossible qu'il y ait une relation entre la bande de renversement 611-622 et la raie étroite que M. Crookes avait observée, au vide, avec des mélanges de samarine et d'yttria impure sulfatées et qu'il avait d'abord appelée *raie anomale*, mais qu'il a plus tard attribué à la présence d'un nouvel élément.

» J'ai observé cette raie étroite (ou une raie très analogue) avec divers produits. Je ferai remarquer que sa position varie sensiblement avec la na-

ture du dissolvant solide employé. M. Crookes ne paraît cependant pas avoir signalé de semblables déplacements de sa raie.

» La raie étroite en question est accompagnée d'une autre raie étroite moins réfrangible et moins forte. Avec du sulfate de lanthane, additionné d'un peu de gadoline samarifère, j'ai trouvé, au vide, les λ approchées : 612,7 pour la plus forte raie et 619,6 pour la plus faible. M. Crookes indique pour sa raie $\lambda = 609$. La différence de position provient-elle de la différence des milieux solides ?

» Pour plus de clarté, j'appellerai provisoirement Z_ε l'élément qui produit les raies électriques (en particulier la raie 459,3) et Z_ζ celui qui donne naissance à la bande de renversement 611-622. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de 1892.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix extraordinaire de six mille francs. — MM. de Bussy, Pâris, Bouquet de la Grye, Lévy, Sarrau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Jonquières et Deprez.

Prix Montyon (Mécanique). — MM. Sarrau, Boussinesq, Lévy, Resal, Léauté réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Deprez et Haton de la Goupillière.

Prix Plumey. — MM. de Bussy, Bouquet de la Grye, Sarrau, Deprez, Resal réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Grandidier et Léauté.

Prix Lalande (Astronomie). — MM. Lœwy, Tisserand, Faye, Janssen, Wolf réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Poincaré.

Prix Damoiseau. — MM. Tisserand, Faye, Lœwy, Wolf, Janssen réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Poincaré et Mouchez.

Prix Valz (Astronomie). — MM. Faye, Tisserand, Lœwy, Janssen, Wolf

réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Poincaré et Bertrand.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Escary** adresse, de Constantine, une Note intitulée « Forme sous laquelle on peut écrire les équations différentielles du mouvement du système planétaire ».

(Renvoi à l'examen de M. Tisserand.)

M. **Léopold Hugo** adresse une Note relative à une jeune calculatrice et aux questions qu'il lui a posées.

(Renvoi à la Commission nommée pour Jacques Inaudi.)

M. **F. Coudray** adresse une Note relative à un insecte qui attaque la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, dans le numéro de janvier 1892 des « Astronomische Mittheilungen » publiées par M. Rudolf Wolf, une correspondance très intéressante, entre M. *U. Le Verrier* et M. *Émile Gautier*, de Genève, qui a plusieurs fois aidé Le Verrier dans ses calculs.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une protubérance remarquable.* Note de M. **H. Deslandres.**

« Le 3 mars, j'ai observé une protubérance remarquable par son éclat et sa vitesse radiale, et qui, de plus, appartient à la région du Soleil occupée par la grande tache du mois dernier, région que la rotation du Soleil a ramenée ce même jour au bord oriental.

» A $10^h 12^m$ du matin, en faisant la reconnaissance de la chromosphère,

j'ai été frappé par l'éclat tout à fait inusité des radiations de l'hydrogène et de l'hélium, à 96° du point nord du Soleil. Les raies, avec une fente étroite, avaient la forme d'un éventail largement ouvert; le déplacement était le plus fort du côté du rouge et correspondait à une vitesse radiale de 200^{km} à la seconde (1).

» Aussitôt j'ai eu recours à un spectroscope photographique qui m'a donné le rayonnement de la protubérance dans la région ultraviolette invisible, et a fourni une image exacte que l'on peut ensuite examiner à loisir. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la série des épreuves obtenues; ce sont les premières photographies qui aient été faites de ces curieux phénomènes solaires qui sont rares et de courte durée.

» Dans la région de l'épreuve, de la longueur d'onde 400 à la longueur d'onde 360, le rayonnement de la protubérance est remarquable. Les radiations H et K, attribuées au calcium, sont extraordinairement brillantes; de plus, la série entière des raies ultraviolettes de l'hydrogène, qui est obtenue complète (2) pour la première fois dans le Soleil, se montre nettement; il est curieux de retrouver cette série caractéristique des étoiles blanches dans l'atmosphère d'une étoile jaune. Il convient aussi de signaler d'autres radiations non encore reconnues dans la chromosphère, à savoir le triplet $\lambda 383$ du magnésium (3) et les radiations $\lambda 375,93$, $\lambda 376,14$, $\lambda 368,53$, qui n'ont pas été rapportées à un élément connu, et qui peuvent fournir des indices précieux aux chimistes dans la recherche de corps simples nouveaux à poids atomique faible (4).

» D'autre part, l'élargissement constaté sur les raies lumineuses se retrouve dans le spectre ultraviolet; même en certains points de l'épreuve,

---

(1) L'élargissement des raies peut tenir en partie à d'autres causes, par exemple à une très grande élévation de température; mais, comme les raies ordinairement toujours fines, comme la raie de l'hélium, ont participé à l'élargissement, cette explication n'est pas la plus probable. De toute façon la grandeur du phénomène est exprimée d'une manière simple et complète en fractions de longueurs d'onde ou en kilomètres.

(2) On voit nettement les dix raies de M. Huggins et l'on en soupçonne d'autres plus réfrangibles.

(3) Ce triplet, d'après les travaux récents de MM. Kayser et Runge, appartient à une série hydrogénique autre que celle du groupe vert *b* du magnésium, et même plus forte.

(4) Les six raies précédentes ont été obtenues aussi dans une protubérance du 19 février, occupant la même région du Soleil sur le bord occidental, à midi, temps moyen de Paris.

on aperçoit un spectre continu qui correspond à la partie la plus brillante de la protubérance.

» A $10^h 30^m$, l'éclat de la protubérance a bien diminué; les raies n'offrent plus l'élargissement en éventail, mais elles présentent une inclinaison très nette par rapport aux raies du disque central. Les divers points ont donc une vitesse radiale différente, par l'application stricte du principe de M. Fizeau; ce qui indique un mouvement tourbillonnaire, au moins lorsque l'inclinaison persiste pendant longtemps. Mais cette question, dont l'importance est grande, sera développée ultérieurement.

» Ces observations et ces résultats montrent nettement que la région de la grande tache offrait encore une grande activité après une rotation entière; ils doivent être rapprochés d'une observation analogue faite par M. Fenyi, directeur de l'Observatoire de Kalocsa, le 19 février, lorsque la tache a passé le bord occidental.

» Le 3 mars, le mauvais temps a arrêté les observations dans l'après-midi; mais, les 4 et 5 mars, on a pu encore constater l'existence de masses incandescentes agitées au même point du bord, après que les débris de la grande tache eurent dépassé le bord oriental. De plus, les alentours de la tache et le disque entier ont été étudiés par la nouvelle méthode photographique indiquée dans une Note précédente, qui permet de déceler les masses gazeuses incandescentes se projetant sur le disque (¹). On a ainsi reconnu une série continue de protubérances entourant et précédant la tache, et formant ainsi un véritable anneau dans l'atmosphère du Soleil.

» Le 3 mars, au moment de l'apparition de la grande protubérance, les courbes des enregistreurs magnétiques de l'Observatoire que M. Wolf a gracieusement mises à ma disposition n'ont indiqué aucune déviation spéciale de l'aiguille aimantée. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les engrenages sans frottement.* Note de M. A. RATEAU.

« Dans les *Comptes rendus* du 22 février 1892, se trouve une Communication de M. H. Resal au sujet de laquelle je désire présenter quelques observations.

» 1° La relation principale (6) est évidente. L'angle ε des deux nor-

(¹) Ces dernières épreuves ont été faites avec le concours de mon assistant M. Mittau.

males est égal à l'angle des deux plans tangents correspondants; donc, en adoptant les mêmes notations que M. Resal,

$$\varepsilon = \frac{mn}{\mathrm{I}n \cos i}.$$

Mais le rayon de courbure ρ de la section normale passant par On est donné par

$$\rho = \frac{2\overline{\mathrm{I}n}^2}{mn};$$

d'où, la relation de M. Resal,

$$\varepsilon = \frac{2\mathrm{I}n}{\rho \cos i} = \frac{2\,d\sigma}{\rho \overline{\cos i}^2}.$$

» 2° Au commencement de la page 383, il est dit qu'on décompose une rotation oblique par rapport au plan tangent en deux autres, l'une perpendiculaire à ce plan, l'autre contenue dans ce plan, et que, la première ne produisant que des déplacements du second ordre pour les points de (S) infiniment voisins de O, on peut, par suite, en faire abstraction. Mais la seconde composante donne aussi des déplacements du second ordre pour les points voisins de O, et, si l'on néglige la première, il y a autant de raisons pour négliger la seconde.

» 3° Comme conclusion, M. Resal dit qu'on pourrait faire des engrenages sans frottement, coniques ou cylindriques, en formant les dents à l'aide de *normalies de lignes géodésiques des cônes primitifs*. Il me semble, cependant, qu'un engrenage ainsi construit ne pourrait pas fonctionner.

» Supposons, par exemple, le cas des engrenages cylindriques. Les lignes géodésiques sont alors des hélices, et les normalies sont des hélicoïdes droits.

» Les deux roues d'engrenages sont des *vis à filets carrés*. En les coupant par un plan perpendiculaire aux deux axes, on a, pour profils des dents dans ce plan, des droites convergeant respectivement vers les centres, c'est-à-dire *des flancs rectilignes* pour l'une et l'autre roue. Or deux flancs rectilignes ne peuvent pas *engrener* ensemble, parce qu'ils donneraient lieu à la pénétration mutuelle des dents, dans les parties en dehors des circonférences primitives.

» 4° D'ailleurs, il est illusoire de chercher des engrenages sans frottement. Il est impossible que l'on obtienne des dents ayant les unes par rap-

port aux autres un déplacement de roulement pur. Car, quoi qu'on fasse, l'axe instantané de rotation du déplacement relatif des deux roues sera toujours la génératrice de contact des deux cônes primitifs; et, pour qu'il n'y ait aucun glissement entre les dents, il faudrait que le contact eût toujours lieu sur cette génératrice même; ce qui revient à dire que les dents devraient avoir une *hauteur* nulle. Tout ce qu'on peut faire, c'est de réduire cette hauteur, afin de diminuer proportionnellement l'amplitude des glissements relatifs. Il n'est pas nécessaire de réduire aussi le pas, parce qu'on peut prendre pour directrices des dents, sur la périphérie des cônes primitifs, des courbes quelconques assujetties seulement à se décalquer l'une sur l'autre par roulement des cônes primitifs. L'engrenage de White en est un cas particulier. Le contact des dents n'a lieu alors que par une toute petite zone environnant un point, et l'engrenage ne peut supporter que de très faibles efforts. Si l'on veut avoir plusieurs points de contact, il faut que plusieurs dents coupent la même génératrice, ce qu'on peut obtenir en diminuant le *pas*. Les deux roues deviennent en quelque sorte *striées* à leur périphérie, et, à la limite, en diminuant le pas jusqu'à zéro, on arrive aux roues de *friction*.

» Pour les véritables engrenages, qui doivent supporter des efforts notables, il est indispensable que le contact des dents s'effectue suivant une *ligne;* et il est alors *impossible* de supprimer complètement le glissement relatif. »

OPTIQUE. — *Des maxima calorifiques périodiques observés dans les spectres du flint, du crown et du sel gemme.* Note de M. **Aymonnet**. (Extrait.)

« Pour déterminer les longueurs d'onde des spectres du flint, du crown et du sel gemme, me méfiant de la méthode des réseaux et ne pouvant disposer d'appareils aussi parfaits que ceux de M. Mouton, j'ai employé une méthode détournée, qui consiste à raccorder les spectres solaires de mes systèmes réfringents au spectre solaire du quartz, obtenu par M. Mouton ([1]). Les maxima et minima de raccordement sont, par leur étendue et leur forme, bien différents de ceux dont il sera parlé dans cette Note.

» Les indices de réfraction des matières constituant les prismes dont

([1]) Mouton, *Comptes rendus,* 2e sem. 1879, p. 295.

j'ai fait usage, sont pour la raie D et pour la limite du rouge et de l'obscur :

Flint.............	$n_D = 1,6430$	$n_l = 1,6326$
Crown...........	$n_D = 1,5266$	$n_l = 1,5206$
Sel gemme........	$n_D = 1,5438$	$n_l = 1,5382$

» Dans les courbes en λ suivantes, les distances angulaires sont rapportées à la raie D :

Dist. angulaires...	0'.	15'.	30'.	45'.	60'.	75'.	90'.	105'.	120'.	135'.	150'.	165'.
λ Flint......	588	624	664	705	768	841	935	1053	1201	1384	1604	1871
λ Crown....	588	662	760	885	1034	1214	1422	1663	1939			
λ Sel gemme.	588	667	776	923	1126	1393	1725					

» Je ne citerai pas ici les maxima ([1]) observés dans les spectres du flint et du crown (lampe Bourbouze), parce que je ne connais ni les poids moléculaires relatifs, ni les coefficients d'élasticité du flint et du crown; j'indiquerai seulement : que pour le flint, depuis $\lambda = 0^{\mu},836$ jusqu'à $\lambda = 2^{\mu},012$, la différence en λ de deux maxima consécutifs réels est comprise entre $0^{\mu},1027$ et $0^{\mu},0997$; et que pour le crown, depuis $\lambda = 0^{\mu},646$ jusqu'à $\lambda = 1^{\mu},822$, cette différence est comprise entre $0^{\mu},0951$ et $0^{\mu},0937$.

» Le spectre fourni par le sel gemme est plus intéressant à étudier, parce qu'on connaît l'équivalent moléculaire de ce corps nettement cristallisé. Par la méthode que j'ai indiquée ([2]), les maxima périodiques du spectre du sel gemme ne peuvent être observés qu'en déplaçant la pile d'un ou de moins d'un dixième de millimètre, la source calorifique ayant une intensité parfaitement constante. Dans mes expériences, la température de la lampe était d'environ 1450°.

» Dans le Tableau suivant, je donne les valeurs en λ de la limite inférieure *a* et de la limite supérieure *b*, des intervalles maxima observés :

a.	*b*.	*a*.	*b*.	*a*.	*b*.
706,6	716,4	884,8	897,4	1134,7	1153,4
744,4	754,7	921,6	941,9	1238,5	1263,6
775,8	786,8	972,7	988,7	1286,2	1310,0
809,2	821,4	1022,4	1040,0	1384,2	1409,8
845,0	858,0	1075,0	1095,0	1435,8	1462,0

([1]) Ces maxima périodiques sont beaucoup plus faciles à observer que dans le sel gemme.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 1102; 1875.

» La périodicité de ces intervalles maxima est très apparente; elle m'a conduit à supposer que, tout au moins dans une portion restreinte du spectre, les maxima réels étaient équidistants en λ. Pour déterminer la distance Δ de deux maxima réels consécutifs, j'ai employé la méthode suivante : soient a, a_1; b, b_1; c, c_1; d, d_1; ...; f, f_1 les limites des intervalles maxima observés, le déplacement de la pile étant plus petit que Δ; Δ est compris entre $(b_1 - a) : m = \alpha_1$ et $(b - a_1) : m = \alpha$; $(c_1 - a) : n = \beta_1$ et $(c - a_1) : n = \beta$; $(d_1 - a) : p = \delta_1$ et $(d - a_1) : p = \delta$, ...; les nombres m, n, p, ... étant entiers et les quantités $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$, ... devant toujours être supérieures à α, β, γ, ...; Δ doit être compris entre la plus petite limite supérieure et la plus grande limite inférieure.

» Appliquant cette méthode aux nombres du Tableau précédent, on trouve, en prenant pour unité $0^{\mu},001$,

Deur.	Limite supérieure.	Limite inférieure.	Deur.	Limite supérieure.	Limite inférieure.	Deur.	Limite supérieure.	Limite inférieure.
1....	48,1	28,0	6....	39,2	35,0	15....	37,1	34,8
2....	40,1	29,7	7....	40,3	36,6	16....	37,7	35,6
3....	38,3	30,9	9....	37,0	34,0	19....	37,4	35,1
4....	37,9	32,7	10....	38,8	35,9	20....	37,8	36,0
5....	38,2	33,7	12....	37,2	34,9			

» Ainsi Δ est compris entre 37,0 et 36,6; soit 36,8 à $0^{\mu},0002$ près.

» Si, par hypothèse, les maxima du spectre répondent aux vibrations fondamentales de 1, 2, 3, ..., n rangées de molécules cubiques du sel gemme, molécules considérées comme des verges dont les extrémités sont libres; et, si l'on admet que Δ est égal à la demi-longueur d'onde, dans l'air, de la note fondamentale d'une molécule, on doit avoir, le nombre de vibrations pendant l'unité de temps étant la même dans l'air que dans le solide,

$$\frac{a}{\Delta} = C\frac{a'}{l}, \qquad \text{d'où} \qquad C = \frac{a}{a'}\frac{l}{\Delta} = n\frac{l}{\Delta},$$

a, a' désignant les vitesses de propagation de la chaleur rayonnante dans l'air et dans le sel gemme, l le côté de la molécule de sel, n l'indice de réfraction moyen, C une constante.

» Comme

$$l = K\sqrt[3]{\frac{e}{d}}, \qquad C = \frac{Kn}{\Delta}\sqrt[3]{\frac{e}{d}},$$

e et d étant l'équivalent et la densité du sel gemme, K une constante. Or,

$$n \text{ moyen} = 1,5344, \qquad e = 58,5, \qquad d = 2,26, \qquad \Delta = 0^{\mu},037,$$

par suite

$$C : K = 100 \times 1,2267.$$

Si l'on prend pour K, 0,01, autrement dit pour l, $0^{\mu},02958$ et, par suite, pour le poids moléculaire du chlorure de sodium $58^{mgr},5 : 10^{16}$, on a

$$C = 1,2267,$$

c'est-à-dire que C égale, à 0,002 près, $\sqrt{\frac{3}{2}}$.

» $\sqrt{\frac{3}{2}}$ est le nombre par lequel Wertheim était obligé de multiplier la vitesse du son dans les tuyaux liquides et les verges, pour obtenir cette vitesse dans des masses indéfinies et de même nature.

» Si C était constant pour tous les corps isotropes, je pense qu'on pourrait ramener la théorie de la lumière à la théorie mécanique matérielle.

» Ce que, dans ma Note du 28 septembre 1891, j'ai improprement appelé *série harmonique de moindre frottement*, ne serait autre chose que l'ensemble des notes fondamentales et des harmoniques de 1, 2, 3, ..., n rangées de molécule. Les autres séries à frottement plus considérable seraient dues à des vibrations dont les notes fondamentales n'auraient pas des longueurs d'onde multiples du diamètre moléculaire. »

CHIMIE. — *Sur quelques alliages bien définis de sodium.* Note de M. **Joannis.**

« *Alliage de plomb et de sodium* PbNa. — J'ai indiqué dans une précédente Communication que, par l'action du plomb en excès sur le sodammonium, on obtenait un composé $Pb^4Na, 2AzH^3$.

» Lorsqu'on fait agir le plomb pur en limaille sur le sodammonium, de façon à avoir un excès de ce dernier corps, ce que l'on reconnaît à ce que la liqueur reste mordorée, on obtient un composé pulvérulent, d'un bleu gris lorsqu'il est sec. La réaction est faite dans une des branches d'un appareil ayant la forme d'un V renversé; on décante l'excès de sodammonium dans l'autre branche et on lave la poudre obtenue avec du gaz ammoniac liquéfié, jusqu'à ce que ce dernier n'enlève plus de sodium à la masse, ce qu'il est facile de reconnaître, car une trace de sodium suffit à colorer en bleu une

grande quantité d'ammoniac liquide. J'ai dû, dans plusieurs expériences, continuer ces lavages pendant une semaine avant de voir disparaître cette coloration si sensible. Je ne saurais dire à présent si ces lavages, qui enlèvent certainement au début le sodammonium qui baigne le composé obtenu, ne le détruisent pas ensuite, en lui ôtant une quantité de plus en plus grande de sodium; la grande durée que l'on doit donner au lavage semblerait l'indiquer. Quoi qu'il en soit, lorsque l'ammoniac liquide qui baigne le corps obtenu est incolore, on a dans le tube un mélange d'amidure de sodium AzH^2Na et d'un alliage de formule PbNa parfaitement défini. On a vérifié que ce corps n'est pas combiné avec de l'ammoniac, comme le composé obtenu en employant un excès de plomb. La présence de l'amidure de sodium, inévitable avec ce mode d'opérer, résulte, comme je l'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 392), de la décomposition du sodammonium avec mise en liberté d'hydrogène. Cette décomposition, qui a déjà lieu spontanément, mais lentement, est accélérée dans beaucoup de cas où le sodammonium réagit sur un corps. Elle semble produite par la formation de composés intermédiaires peu stables, comme celle du chlorure AzH^2Na^2Cl.

» Pour trouver la formule de l'alliage, j'ai analysé un certain nombre de mélanges d'amidure et d'alliage obtenus dans diverses expériences, en dosant le plomb, le sodium, l'ammoniac fourni par la décomposition de l'amidure, et l'hydrogène qui se dégageait lorsqu'on traitait l'alliage par l'eau ou par un acide, ce qui permettait une vérification du dosage de l'amidure. Dans quelques expériences, le poids de AzH^2 fixé était mesuré directement par l'augmentation de poids éprouvé par le tube après l'expérience. Voici le résultat des trois meilleures analyses; les compositions centésimales sont rapportées au mélange débarrassé d'amidure.

	I.	II.		III.		Théorie
	Pour 100.	Pour 100.	en millièmes d'équivalent.	Pour 100.	en millièmes d'équivalent.	pour 100.
Pb	81,49	81,62	9,18	81,43	8,906	81,81
Na	»	18,38	9,30	18,55	9,130	18,19
AzH^2Na mélangé à PbNa	»	»	7,78	»	5,611	»
		100,00		99,98		100,00

» Cette composition une fois connue, il est facile d'avoir l'alliage pur, exempt d'amidure. Il suffit, pour cela, de mettre dans un tube les proportions équivalentes de plomb et de sodium; dans ces conditions, le sodammonium est attaqué par le plomb, au fur et à mesure de sa formation, et il n'y a plus besoin de longs lavages pendant lesquels se formait l'amidure.

» Cet alliage s'échauffe fortement, en quelques secondes, lorsqu'on l'expose à l'air; l'eau le décompose, en donnant de la soude et du plomb sous forme de flocons noirs.

» *Alliage de plomb et de potassium* Pb^2K. — J'ai étudié aussi l'action du potassammonium en excès sur le plomb.

» L'amidure de potassium qui se forme dans cette expérience étant très soluble dans l'ammoniac liquéfié, on peut obtenir immédiatement un alliage pur, que l'on débarrasse

d'amidure et de l'excès d'ammonium alcalin à l'aide de lavages analogues aux précédents.

» J'ai trouvé pour cet alliage la formule Pb^2K, différente, comme on le voit, de celle du composé obtenu dans les mêmes conditions avec le sodium. Voici le résultat d'une analyse :

	Trouvé.	Calculé.
Pb..................	84,19	84,14
K....................	15,73	15,86
	99,92	100,00

» *Alliage de bismuth et de sodium* $BiNa^3$. — Ce composé s'obtient en traitant du bismuth pur en excès par du sodammonium.

» Il se forme une masse grenue, d'un noir bleuâtre. On opérait avec un morceau de bismuth pur, préparé en réduisant du sous-nitrate de bismuth par du flux noir. Le morceau était pesé avant l'expérience et après; on avait donc par différence le poids de bismuth attaqué par le sodammonium; le sodium était pesé directement. On a trouvé par cette méthode le nombre 2,9988 au lieu de 3, pour le rapport des équivalents de sodium à l'équivalent de bismuth.

» Ce corps prend feu spontanément à l'air, en produisant une magnifique gerbe d'étincelles; l'eau le décompose en donnant de l'hydrogène sensiblement pur. Sa formule répond, comme on le voit, à celle de l'ammoniac du phosphure et de l'arséniure d'hydrogène.

» *Alliage d'antimoine et de sodium* $SbNa^3$. — Ce composé s'obtient d'une façon analogue à celle du précédent.

L'antimoine employé avait été préparé par la réduction, à l'aide de flux noir, de l'oxychlorure d'antimoine. Quand tout le sodammonium a disparu en présence d'un excès d'antimoine, on constate qu'il s'est formé un précipité noir; ce corps est un peu soluble dans l'ammoniac liquide; la couleur de cette solution rappelle celle du tournesol vineux. On peut enlever toute l'ammoniaque contenue dans le tube, sans observer de tension de dissociation. La masse noire qui reste dans le tube a pour composition $SbNa^3$. On a trouvé, en effet, le nombre 2,92 au lieu de 3 pour le rapport des équivalents de sodium et d'antimoine.

» Ce corps est très oxydable, il prend feu à l'air; l'eau le décompose avec dégagement d'hydrogène pur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'essai des minerais d'antimoine.* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« L'antimoine ayant trouvé, depuis quelques années, des applications nouvelles et d'importants débouchés, l'exploitation de ses minerais est devenue beaucoup plus active que par le passé.

» On s'est plaint, non sans raison, que l'essai de ses minerais par les procédés usuels de la voie sèche donnât des résultats fort inexacts et variables suivant les opérateurs. Je me suis assuré, en effet, que les pertes, toujours supérieures à 8 pour 100, s'élèvent fréquemment jusqu'à 20 et parfois au delà de 30 pour 100 de la teneur véritable, surtout pour des minerais pauvres.

» Après avoir fait quelques tentatives pour diminuer les pertes de la voie sèche, que la volatilité de l'antimoine rend toujours considérables, j'ai étudié une méthode toute différente, dont les résultats ont été beaucoup plus satisfaisants et que, pour ce motif, il me paraît utile de faire connaître.

» La méthode consiste, en principe, à dissoudre l'antimoine par l'acide chlorhydrique, à le précipiter par l'étain et à le peser à l'état métallique. Je vais indiquer les précautions à prendre pour les minerais sulfurés, pour les minerais oxydés et pour ceux qui renferment du fer ou du plomb.

» 1° *Minerais sulfurés.* — On prend de 2^{gr} à 5^{gr} de minerai, suivant sa teneur présumée, de manière à opérer sur 1^{gr} d'antimoine environ. On l'attaque dans une petite fiole par 50^{cc} à 60^{cc} d'acide chlorhydrique concentré, en chauffant au bain de sable, mais sans aller jusqu'à l'ébullition, afin d'éviter les pertes par entraînement.

» Lorsque l'attaque paraît ne plus faire de progrès, on décante la liqueur claire en la faisant passer sur un filtre; on la remplace par une nouvelle quantité d'acide et l'on recommence à chauffer de la même façon, jusqu'à ce que le sulfure soit entièrement dissous. On renouvelle encore une fois l'acide en y ajoutant une ou deux gouttes d'acide azotique pour parfaire l'attaque, on chauffe à 100°, puis on achève de laver la gangue insoluble avec de l'acide étendu d'eau.

» Les liquides, décantés sur le même filtre, sont additionnés d'un égal volume d'eau; on y introduit une lame d'étain et l'on chauffe vers 80° ou 90°. La précipitation commence aussitôt; elle est complète au bout d'une heure et demie, pour 1^{gr} d'antimoine.

» On lave le précipité par décantation, en remplaçant le liquide par de l'acide chlorhydrique étendu, pour enlever les sels d'étain et autres, provenant de l'attaque et de la précipitation. On fait tomber le métal sur un filtre taré, on lave encore quelques instants avec de l'eau chaude et l'on termine avec un peu d'alcool; on sèche à 100° et l'on pèse sur le filtre l'antimoine métallique. Il n'y a, dans l'opération ainsi conduite, ni perte, ni oxydation sensible.

» La teneur s'obtient ainsi en peu de temps et avec exactitude. Dans plusieurs expériences, faites avec de la stibine mêlée de quartz, j'ai pu m'assurer que les écarts étaient ordinairement tout à fait minimes et ne dépassaient pas 1^{cgr} au plus, c'est-à-dire un centième de la teneur vraie des minerais mis en expérience.

» 2° *Minerais oxydés.* — Les minerais oxydés d'antimoine, souvent mêlés de sulfures qui n'ont pas encore été complètement transformés par les

agents atmosphériques, sont parfois très difficilement attaqués par l'acide chlorhydrique concentré. On est exposé alors, soit à des pertes notables par volatilisation, soit à une dissolution incomplète de l'antimoine.

» J'ai pensé qu'on pourrait assez aisément ramener les oxydes à l'état de sulfures facilement attaquables, en les chauffant très modérément dans une atmosphère d'hydrogène sulfuré, suivant la méthode que j'ai autrefois exposée pour la production des sulfures métalliques ([1]).

» Le minerai, en poudre très fine, est versé dans une petite fiole à fond plat, où une quantité de 2^{gr} à 5^{gr} forme une couche peu épaisse et perméable au gaz. On fait descendre jusque près du minerai, en le soutenant au moyen d'un bouchon, qui repose sur le col de la fiole, un tube coudé par lequel arrive un courant d'hydrogène sulfuré sec. On pose la fiole sur une toile métallique, à 4^{cm} ou 5^{cm} au-dessus de la flamme d'un brûleur Bunsen à couronne, de manière à ne pas dépasser une température de 300°, et à ne produire aucune volatilisation du sulfure d'antimoine. Le minerai demeure pulvérulent et se trouve pénétré par le gaz sulfhydrique, qui agit à la fois comme réducteur et comme sulfurant. On renouvelle d'ailleurs de temps en temps les surfaces en agitant la fiole. Il se produit un peu de vapeur d'eau et de soufre, qui se condensent sur les parois supérieures. La transformation est complète dans l'espace d'une heure, sans que l'on ait, pour ainsi dire, à s'en occuper.

» Après refroidissement, la même fiole sert à l'attaque du minerai sulfuré par l'acide chlorhydrique concentré; puis on procède à la précipitation et à la pesée de l'antimoine, comme dans le cas précédent.

» L'expérience a montré que la quantité d'antimoine restée indissoute est tout à fait insignifiante.

» *Minerais contenant du fer ou du plomb.* — Il arrive souvent que les minerais d'antimoine contiennent du *fer*, non seulement à l'état d'oxyde ou à l'état de pyrite, mais aussi à l'état de protosulfure en combinaison avec le sulfure d'antimoine et soluble avec lui dans l'acide chlorhydrique. Sa présence, même en quantité importante, n'apporte aucune complication dans l'essai par la méthode précédente; car la portion, qui s'est dissoute, n'est pas précipitée par la lame d'étain et ne gêne en aucune façon le dépôt de l'antimoine.

» La présence du *zinc*, d'ailleurs très rare dans ces minerais, n'occasionne non plus aucune difficulté.

» Le *plomb* se rencontre, à l'état de sulfure ou d'oxyde, dans quelques variétés de minerais d'antimoine. Il se dissout dans l'acide chlorhydrique concentré et chaud; son chlorure peut cristalliser en partie pendant le re-

---

([1]) *Comptes rendus*, 21 juillet 1879.

froidissement de la liqueur; une autre partie du métal se dépose sur la lame d'étain et occasionne alors une surcharge dans le poids de l'antimoine.

» On peut facilement constater la présence du plomb dans le précipité et même en estimer la quantité, en le transformant en sulfure au moyen d'une solution de sulfure de sodium jaune (préparé par ébullition de monosulfure avec de la fleur de soufre). Si l'on chauffe, vers 50° ou 60°, la poudre métallique dans la solution de polysulfure, on voit l'antimoine se dissoudre rapidement et l'on a un résidu de sulfure de plomb, qu'on lave, sèche et pèse.

» Les $\frac{80}{100}$ du poids de ce sulfure représenteraient le poids du plomb métallique correspondant; mais comme, pendant la dessiccation, le plomb a ordinairement éprouvé une oxydation très sensible, la surcharge est un peu plus grande et peut être évaluée pratiquement aux $\frac{9}{10}$ du poids du sulfure de plomb. Telle est donc la correction à faire sur le dosage de l'antimoine. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la structure microscopique du minerai de fer oolithique de Lorraine.* Note de M. **Bleicher**, présentée par M. Daubrée.

« Le principal minerai de fer de Lorraine est constitué par des grains ferrugineux oolithiques de petite dimension, un demi à un quart de millimètre, de forme sphéroïdale, souvent aplatis, réunis par un ciment argilo-calcaire plus ou moins abondant. Il occupe, au point de vue stratigraphique, la limite des deux étages du lias supérieur et de l'oolithe inférieure, dont il contient les faunes très riches en céphalopodes.

» D'après les travaux de MM. les ingénieurs des mines Braconnier [1] et Cousin [2], les oolithes ferrugineuses qui forment la partie la plus riche du minerai de fer, puisqu'ils contiennent jusqu'à 53 pour 100 de fer, sont constituées par des couches concentriques de peroxyde de fer hydraté, plus ou moins argileux, avec petit grain central, et leur couche extérieure, mince et dure, enveloppe comme une écorce le remplissage, plus ter-

---

(1) *Description des terrains qui constituent le sol du département de Meurthe-et-Moselle*, p. 178. Nancy, 1879.

(2) *Notice sur l'industrie minérale dans le département de Meurthe-et-Moselle, dans Nancy et la Lorraine, publié à l'occasion du* XVe *Congrès pour l'avancement des Sciences*, p. 369; 1886.

reux. Suivant M. Braconnier [1], le dépôt ferrugineux doit être de formation littorale et a sans doute pour origine « la décomposition du carbonate » de fer, que des sources amenaient, à cette époque, en dissolution à la » faveur d'un excès d'acide carbonique, par des fissures débouchant dans » la mer; l'oxyde était progressivement rejeté vers le rivage ».

» Des recherches sur la structure microscopique des oolithes m'ont amené à des résultats qui complètent les données précédentes.

» Les coupes minces ne peuvent guère donner d'autres renseignements que ceux que j'ai signalés plus haut. Il est seulement possible, en les multipliant et en choisissant des échantillons dans divers gisements, de constater dans certains cas la nature organique du grain central. C'est souvent un débris de bryozoaire, de foraminifère ou de coquille, plus ou moins minéralisé et pénétré de fer, comme le prouvent des coupes d'oolithes des gisements de Chaligny, de Malzéville, de Ludres.

» Mais le traitement des oolithes (qu'on peut se procurer en abondance et bien isolés) par les acides étendus, puis par les acides concentrés, l'acide chlorhydrique d'abord, puis l'eau régale à une douce chaleur et pendant un temps qui varie suivant le minerai, donne des renseignements bien plus satisfaisants sur leur structure que les coupes minces.

» La calcination paraît favoriser l'action des acides sur les oolithes, qui noircissent d'abord, puis passent au gris fauve et perdent (gisement de Laxou, près Nancy) 13 pour 100 de leur poids, par la disparition de l'eau qui ne représente guère que 3 pour 100, d'après plusieurs opérations de dessiccation à l'étuve de 95° à 110°; par la réduction partielle du carbonate de chaux qu'ils contiennent; par la disparition de la matière organique, dont la proportion peut être évaluée, en opérant sur les oolithes après action prolongée des acides faibles, à 5 pour 100.

» Les oolithes calcinés ou non, après ce traitement par les acides, se décolorent et se présentent sous la forme de grains blancs ou gris, légers, transparents, faciles à examiner au microscope.

» A un faible grossissement, ils permettent de constater qu'il peut y avoir plusieurs grains centraux, qu'ils sont hyalins, et leur résistance à l'eau régale conduit à les considérer comme étant de nature quartzeuse. Les grains centraux sont entourés de couches concentriques bien nettes, les unes minces, transparentes, les autres nuageuses et remplies de grains de sable microscopiques. Ils ressemblent à des grains d'amidon, le corps minéral central jouant en quelque sorte le rôle de hile.

---

(1) *Description des terrains*, p. 803.

» La solution aqueuse de violet de gentiane les colore rapidement, et il est possible de les fixer ainsi dans des préparations.

» La soude caustique en dissolution concentrée les dissocie à froid, et, bouillante, les dissout presque complètement, laissant comme résidu les corps centraux et les grains de sable microscopiques. On peut ainsi assister à la dissociation, sous le microscope, de ces squelettes d'oolithes, qui paraissent formés surtout de silice, en raison de leur solubilité dans la soude. Mais j'ai pu constater qu'il y a, de plus, de la matière organique sur laquelle l'eau régale (dans le cas d'oolithes non calcinées) n'a pas eu de prise. Les oolithes, dans ces conditions, perdent 5 pour 100 de leur poids, perte attribuable à la matière organique.

» Vu à un fort grossissement (oculaire 12 et objectif à immersion à l'eau avec monture à correction de Zeiss), le squelette de l'oolithe permet d'apercevoir, dans les zones concentriques, des formes de bâtonnets assez généralement orientés suivant la direction de celles-ci. Ces bâtonnets hyalins, dont certains atteignent une longueur de 10μ à 12μ, rappellent par leur forme, leur apparence, leurs dimensions, plutôt des bactéries que des tronçons de spicules de Spongiaires. Sans qu'il soit permis de rien affirmer à cet égard, on ne peut les interpréter comme des organismes introduits dans les oolithes pendant leur exposition à l'air, ou au cours de la préparation des oolithes, en raison de la calcination et du traitement prolongé par l'eau régale.

» Ces mêmes caractères microscopiques se retrouvent : dans les oolithes du minerai *rhétien* de Mazenay (Saône-et-Loire); dans les oolithes du calcaire ocreux (base du lias moyen des géologues lorrains) de Pulnoy (Meurthe-et-Moselle); dans le minerai de fer et le calcaire ferrugineux à oolithes du même horizon que le minerai de fer lorrain de Wasseralfingen (Wurtemberg), de Laissey (Doubs), de la Verpillière (Isère), de Minwersheim, de Lauw, d'Orschwihr (Alsace). Les minerais de fer oolithiques du callovien du Calvados, des Ardennes, des environs de Belfort, donnent des résultats analogues, mais généralement moins nets en raison de la richesse des oolithes en carbonate de chaux.

» Il en résulte que l'on peut considérer les oolithes ferrugineuses ci-dessus étudiées comme construites sur le type uniforme suivant : un corps central minéral ou organique, unique ou multiple, entouré de couches concentriques régulières d'une substance à la fois riche en silice et en matière organique, dans lesquelles on peut reconnaître des grains de sable hyalins microscopiques, des formes de bâtonnets réguliers. C'est dans l'épaisseur des couches de cette substance que paraît s'être condensé le fer. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la végétation de la vigne.* Note de MM. L. **Roos** et E. **Thomas**.

« Les recherches que nous avons entreprises sur la végétation de la vigne nous ont amenés à établir le poids d'un rameau moyen, à différentes époques comprises entre la floraison et la maturité, et nous avons déterminé, dans les raisins, feuilles et tige de ce rameau moyen, les quantités absolues d'acidité exprimée en acide sulfurique, de matières sucrées exprimées en glucose, et de cendres.

» Les résultats que nous avons obtenus nous conduisent aux conclusions suivantes, applicables seulement au cépage *aramon*, dans les conditions de nos expériences :

» 1° Il existe une saccharose pendant les dix ou douze premières semaines de la végétation, dans les feuilles, le sarment et même le raisin, contrairement à l'opinion de Petit (¹).

» 2° Cette saccharose disparaît, dans les trois organes précités, pendant le quatrième mois de la végétation; ils contiennent alors un mélange de sucres où domine le dextrose.

» 3° L'augmentation du sucre, en valeur absolue, ne correspond pas à une diminution de l'acidité, comme cela a lieu en valeur centésimale. Il n'est donc pas toujours vrai de dire que l'acidité des fruits diminue à mesure qu'avance la maturation.

» 4° La diminution de l'acidité, en valeur absolue, s'observe au moment où le lévulose est en progression notable dans le fruit. C'est alors que la déviation polarimétrique passe à gauche et augmente progressivement jusqu'à la maturité, où elle est sensiblement égale à celle du sucre interverti. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide citrique ou oxycarballylique.* Note de M. G. **Massol**.

« En poursuivant mes recherches sur les chaleurs de formation des sels des acides organiques polybasiques, j'ai été amené à déterminer les con-

(¹) *Comptes rendus*, t. LXIX et LXXVII.

stantes thermiques des citrates de potasse et de soude, afin de comparer l'acide citrique avec l'acide carballylique.

» A. ACIDE CITRIQUE ANHYDRE. — *Chaleur de dissolution* : $3^{Cal},82$ (*pm* dans 6^{lit} d'eau).

» B. CITRATES DE POTASSE. — 1° *Chaleurs de neutralisation* :

	Cal
$C^6H^8O^7(pm = 6^{lit}) + KOH(pm = 2^{lit})$	+12,70
$C^6H^8O^6(pm = 6^{lit}) + 2KOH(pm = 2^{lit})$	+25,40
$C^6H^8O^7(pm = 6^{lit}) + 3KOH(pm = 2^{lit})$	+38,67

ce qui donne $+12^{Cal},70$; $+12^{Cal},70$; $+13^{Cal},27$ pour chacune des neutralisations successives [1].

» 2° *Chaleurs de dissolution des sels anhydres.* — Les citrates acides ne s'obtiennent que très difficilement à l'état anhydre; chauffés au bain d'huile, dans un courant d'hydrogène, ils perdent lentement leur dernière molécule d'eau, et, si la température est trop élevée, il se dégage de l'eau de constitution, provenant de la formation d'un anhydride interne entre l'oxhydrile acide et l'oxhydrile alcoolique. Le sel neutre est entièrement déliquescent :

	Cal
$C^6H^7O^7K$ sol. (*pm* dans 8^{lit})	−7,97
$C^6H^6O^7K^2$ sol. (*pm* dans 10^{lit})	−6,70
$C^6H^5O^7K^3$ sol. (*pm* dans 12^{lit})	+2,83

» 3° *Chaleurs de formation à l'état solide* :

	Cal
$C^6H^8O^7$ sol. + KOH sol. = $C^6H^7O^7K$ sol. + H^2O sol ...	+ 30,74
$C^6H^7O^7K$ sol. + KOH sol. = $C^6H^6O^7K^2$ sol. + H^2O sol ...	+ 25,32
$C^6H^6O^7K^2$ sol. + KOH sol. = $C^6H^5O^7K^3$ sol. + H^2O sol ...	+ 17,63
$C^6H^8O^7$ sol. + 3KOH sol. = $C^6H^5O^7K^3$ sol. + $3H^2O$ sol ...	+ 73,69

» La chaleur moyenne dégagée par l'addition de chaque molécule de potasse est de $24^{Cal},56$; supérieure de $+2^{Cal},05$ à la chaleur de formation moyenne du carballylate de potasse, et de $+2^{Cal},70$ à la chaleur de formation de 1 molécule d'acétate de potasse.

» C. CITRATES DE SOUDE. — 1° *Chaleurs de neutralisation* :

	Cal
$C^6H^8O^7(pm = 6^{lit}) + KOH(pm = 2^{lit})$	+ 12,65
$C^6H^8O^7(pm = 6^{lit}) + 2KOH(pm = 2^{lit})$	+ 25,52
$C^6H^8O^7(pm = 6^{lit}) + 3KOH(pm = 2^{lit})$	+ 38,40

ce qui donne $+12^{Cal},65$; $+12^{Cal},87$; $+12^{Cal},88$ pour chacune des neutralisations successives.

» 2° *Chaleurs de dissolution des sels anhydres* :

	Cal
$C^6H^7O^7Na$ sol. (*pm* dans 8^{lit})	− 6,35
$C^6H^6O^7Na^2$ sol. (*pm* dans 10^{lit})	− 1,22
$C^6H^5O^7Na^3$ sol. (*pm* dans 12^{lit})	+ 5,27

---

(1) Voir BERTHELOT et LOUGUININE, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. IX, p. 14.

» 3° *Chaleurs de formation à l'état solide :*

			Ca
$C^6H^8O^7$ sol.	+ NaOH sol. = $C^6H^7O^7Na$ sol. +	H^2O sol..	+ 26,59
$C^6H^7O^7Na$ sol. +	NaOH sol. = $C^6H^6O^7Na^2$ sol. +	H^2O sol..	+ 18,95
$C^6H^6O^7Na^2$ sol. +	NaOH sol. = $C^6H^5O^7Na^3$ sol. +	H^2O sol..	+ 17,60
$C^6H^8O^7$ sol.	+ 3NaOH sol. = $C^6H^5O^7Na^3$ sol. +	$3H^2O$ sol..	+ 63,14

» La chaleur de formation moyenne ($\frac{1}{3}C^6H^5O^7Na^3$) = $21^{Cal},05$. Elle est supérieure de $1^{Cal},7$ à la chaleur de formation moyenne du carballylate de soude

$$(\tfrac{1}{3}C^6H^5O^6Na^3 = +19^{Cal},27)$$

et de $+2^{Cal},87$ à celle de 1 molécule d'acétate de soude.

» D. *En résumé :* 1° la chaleur de formation, à l'état solide, des citrates de potasse et de soude est supérieure à celle des carballylates correspondants;

» 2° L'augmentation observée est analogue à celle que j'ai signalée en comparant les acides malonique (1) et succinique (2) avec les acides alcools correspondants (tartronique, malique, tartrique) et doit être attribuée à l'influence de l'oxhydrile alcoolique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions des acides amido-benzoïques isomériques.* Note de M. **Oechsner de Coninck.**

« Le potassium, le sodium, le magnésium, le zinc, chauffés à l'abri de l'air, avec les acides amido-benzoïques, donnent naissance à des quantités variables d'ammoniaque. Si l'on chauffe ces mêmes acides avec la potasse, la soude, la baryte, la strontiane, la magnésie anhydres ou leurs hydrates, l'oxyde de zinc, etc., on observe aussi la mise en liberté de proportions diverses d'ammoniaque; je reviendrai d'ailleurs sur ce point.

» Il est à remarquer, en outre, que les différents métaux, oxydes et hydrates, que je viens de nommer, ne développent pas de matières colorantes avec les trois acides amido-benzoïques.

» *Réaction de la chaux sodée.* — Les choses ne se passent pas ainsi avec la chaux sodée; lorsqu'on chauffe vivement l'acide ortho-amido-benzoïque avec un petit excès de chaux pulvérisée, on observe que la masse se charbonne; au bout d'un instant, on cesse de chauffer, on laisse refroidir, puis on reprend par l'eau distillée, qui se colore

(1) *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 422.
(2) *Ibid.,* t. CXIII, p. 1047.

en violet pâle. L'addition d'eau ordinaire provoque un trouble; l'addition d'acides minéraux détruit la matière colorante, tandis que les alcalis faibles l'avivent. L'addition d'une lessive de soude étendue a produit, à plusieurs reprises, une belle fluorescence bleuâtre ([1]).

» L'acide métamido-benzoïque, chauffé dans les mêmes conditions, a fourni une matière colorante dont la solution aqueuse était rouge brun par transparence, brun foncé par réflexion.

» En diminuant la proportion de chaux sodée, j'ai obtenu une matière colorante *violacée*, soluble dans l'eau, avivée par les alcalis, détruite par les acides, mais dont la teinte était bien différente de celle produite avec l'acide *ortho*.

» L'acide paramido-benzoïque, traité dans des conditions semblables par la chaux sodée, n'a pas produit de matière colorante.

» *Réaction de l'oxyde de cuivre.* — Chauffés avec l'oxyde noir de cuivre pur, les acides *ortho* et *para*-amido-benzoïques n'ont rien donné; mais l'acide *méta* a fourni une matière colorante, soluble en rose pâle dans l'eau alcoolisée; la teinte rose n'a pas tardé à devenir plus foncée, puis a viré au jaune ambré.

» *Réaction du bioxyde de baryum.* — Il suffit de chauffer un instant les trois acides isomériques avec du bioxyde de baryum, pour que la masse devienne incandescente. Après refroidissement, j'ai repris par l'eau alcoolisée : les acides *ortho* et *para* n'ont rien abandonné à ce véhicule, mais l'acide *méta* a laissé dissoudre une matière colorante d'un rouge grenat.

» *Réaction du bioxyde de manganèse.* — Le bioxyde de manganèse, à chaud, provoque l'incandescence partielle des trois acides isomériques. Mais si l'on chauffe modérément, et que l'on reprenne par l'eau alcoolisée, on n'obtient rien avec les acides *ortho* et *para*, tandis que l'acide *méta* fournit une solution colorée en violet pâle à froid, en violet plus foncé à chaud; à la longue, la teinte passe au violet rosé, puis vire au jaune brun.

» Action des acides. — Les acides comme les oxydes, anhydres ou hydratés, tantôt produisent des matières colorantes, tantôt n'en produisent pas, lorsqu'on les fait agir sur les trois isomères.

» *Réaction de l'acide chromique.* — *a.* On verse une solution aqueuse faible d'acide chromique dans trois tubes à essai, d'égal diamètre, contenant des poids égaux des trois acides : avec l'acide *ortho*, le brunissement est instantané; avec l'acide *méta*, il est un peu moins rapide; avec l'acide *para*, il est sensiblement plus lent.

» *b.* Si l'on emploie l'acide chromique solide, et si l'on chauffe, on observe bientôt l'incandescence totale de la masse, et la formation de sesquioxyde de chrome; il y a parfois une petite explosion, il y a toujours mise en liberté d'ammoniaque.

» *Réaction de l'acide arsénique.* — On emploie un excès des trois acides organiques par rapport à l'acide minéral, et l'on chauffe progressivement.

([1]) En chauffant assez longtemps et vivement l'isomère *ortho* avec un léger excès de chaux pure et anhydre, on forme une matière colorante violette, *à peine soluble dans l'eau*. Mais cette réaction n'est pas comparable, ni comme vitesse, ni comme résultat final, avec celle de la chaux sodée.

» Dans ces conditions, les trois isomères fournissent des matières colorantes violettes, solubles en rouge foncé ou violacé dans l'alcool concentré; il est intéressant de remarquer que, pour réussir cette réaction avec l'acide *para*, il faut chauffer un peu moins fortement que pour les deux autres isomères.

» Dans une prochaine Note, je ferai connaître le mode d'action d'autres acides, et d'un certain nombre de sels. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Calcul des températures d'ébullition des composes dérivés des paraffines par substitution terminale.* Note de M. G. **Hinrichs.**

« La loi générale sur les températures d'ébullition (énoncée *Comptes rendus*, t. CXII, p. 998; 1891) s'est montrée confirmée par les déterminations des températures d'ébullition des paraffines (t. CXII, p. 1127). Reste à démontrer qu'elle s'applique également aux composés de substitution des paraffines.

» En premier lieu, il faut considérer les composés à substitution terminale, tels que les chlorures, les aldéhydes, les alcools. Ces composés résultent de la paraffine générale $C^n H^{2n+2}$ par quelque substitution chimique affectant exclusivement le méthyle terminal $-CH^3$ de la paraffine, le prisme rectiligne $C^{n-1} H^{2n-1}$ restant sans aucun changement. Les produits de substitution centrale seront considérés plus tard; ils résultent de la combinaison de deux ou plusieurs radicaux avec un atome polyvalent central, comme l'oxygène, l'azote ou l'étain. De ces composés, on ne connaît jusqu'ici généralement que les deux termes premiers de chaque série.

» Même pour les composés à substitution terminale, on n'a guère déterminé les températures d'ébullition au delà du sixième terme de chaque série. Néanmoins, on verra immédiatement que les déterminations des termes supérieurs seraient de la plus haute importance théorique. Qu'on veuille bien me permettre de signaler cette lacune expérimentale aux grands laboratoires de Chimie physique de l'Europe.

» En attendant, je suis forcé de donner ici mes réductions préliminaires et je me bornerai aux séries les plus notables.

» On se rappellera que la loi générale est exprimée de la manière la plus simple par l'équation

(66) $$t = k_1 \delta + k_2 \Delta^2,$$

où k_1 et k_2 sont des constantes, et où

$$(67)\qquad \delta = \log a - q_1,$$
$$(68)\qquad \Delta = q_2 - \log a,$$

a étant le poids atomique, et q_1 et q_2 des constantes (voir *Comptes rendus*, t. CXII, p. 998, 1129 et 1437).

» Pour toutes les substitutions terminales à radical organique, la limite logarithmique

$$(69)\qquad k_1 = 583^{\circ},75, \qquad q_1 = 1,862 (= \log \alpha)$$

paraît être identique (*loc. cit.*, p. 199). Les constantes q_2 et k_2, déterminant les courbes paraboliques, ont les valeurs suivantes, comme première approximation :

Nom de la série.	Substitution terminale.	Valeur des constantes paraboliques.	
	a, simple :		
Paraffines	$-CH.H$	200°	2,303
Amines	$-CH.NH^2$	225	2,444
Alcools	$-CH.OH$	250	2,546
Phényls	$-CH.C^6H^5$	150	2,536
Cyanures	$-CH.CN$	252	2,561
	b, oxygéné :		
Aldéhydes	$-CO.H$	250	2,413
Acides	$-CO.OH$	163	2,734
Méthyl-kétones	$-CO.CH^3$	250	2,437

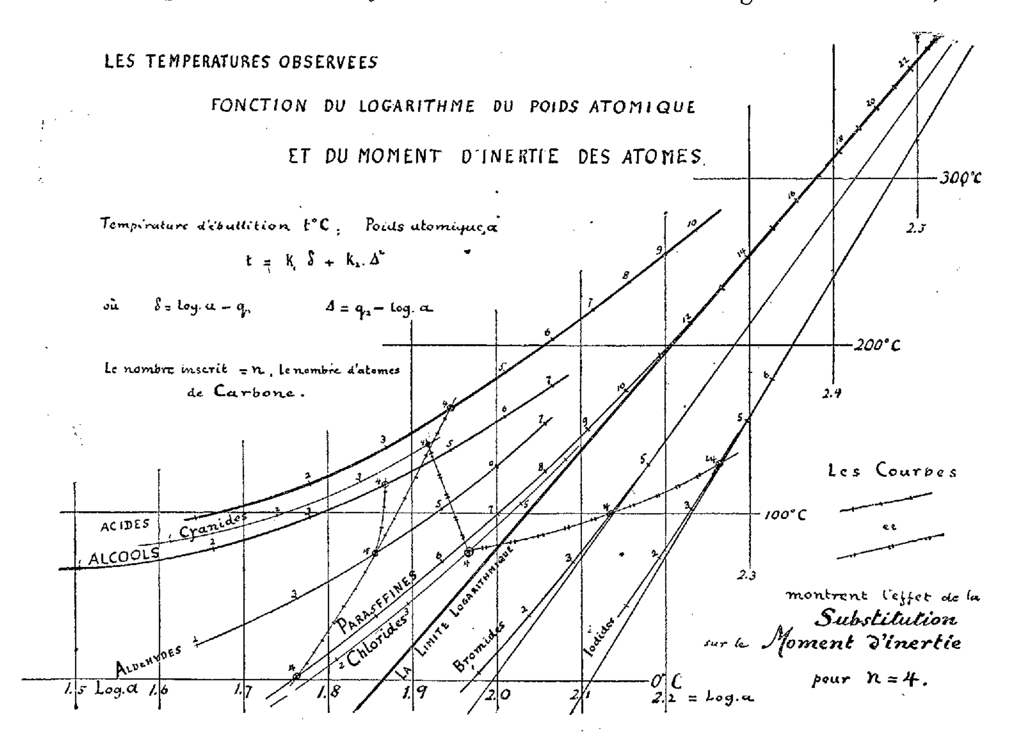
» Dans le cas de la substitution terminale d'un atome unique, il y a déplacement systématique de la limite logarithmique, et il faut déterminer les quatre constantes k_1, q_1 et k_2, q_2 pour chaque série.

Nom de la série.	Substitution terminale.	Valeur des constantes. Limite Log.		Parabolique	
		k_1.	q_1.	k_2.	q_2.
Paraffines	$-CH.H$	583°,75	1,862	200°	2,303
Chlorures	$-CH.Cl$	(1)	(1)	250	2,227
Bromures	$-CH.Br$	695	1,993	300	2,200
Iodures	$-CH.Io$	830	2,109	500	2,286

(1) Approximation suffisante.

» Avec ces constantes, la formule (66) fournira les valeurs calculées pour chaque nombre n de carbone donné, valeurs qui s'accordent d'une façon satisfaisante avec les valeurs observées, comme le montre le Tableau ci-dessous. Les déviations des aldéhydes indiquent ou un déplacement léger de la limite logarithmique, ou des erreurs expérimentales. Pour $n = 1$, il y a, dans le cas des alcools et des acides, des déviations notables, dont la cause sera éclaircie quand nous étudierons les moments d'inertie de ces composés.

» Pour plus de clarté, j'ai fait réduire mes tracés à grande échelle, re-



présentant les températures d'ébullition prises comme ordonnées, les logarithmes des poids atomiques étant pris comme abscisses. On voit que les points d'ébullition observés pour chaque série homologue forment une courbe parabolique qui s'approche graduellement de la limite logarithmique commune.

» La marche régulière de toutes ces courbes et leur rapprochement avec l'accroissement du nombre d'atomes de carbone montrent graphiquement que les températures d'ébullition sont, sans aucun doute, fonction simple du logarithme du poids atomique de chaque série pris séparément. Comme

il y a une courbe distincte pour chaque série, il en résulte que le poids atomique n'est point la seule variable indépendante. Dans une Note prochaine, nous trouverons que cette variable secondaire est le moment d'inertie maximum, la fonction mécanique exprimant la distribution du poids atomique d'après la structure de l'atome composé.

Températures d'ébullition, C_0 *sous* 760mm.

	$n = 1$.	2.	3.	4.	5.	6.
Paraffines : obs......	»	»	»	1	37-39	71
» calc.....	»	»	»	0,5	36,9	69,5
Amines : obs........	»	18	49	76	102	»
» calc.......	— 2,3	18,7	48,7	76,5	102,7	»
Alcools : obs........	66	78,3	97,4	116,8	137	157
» calc.......	62,1	78,3	97,7	118,5	138,7	157,7
Phényls (¹) : obs....	110,3	134	157	180	»	»
» calc....	108,4	134,2	156,5	179,7	»	»
Cyanides : obs......	81,9	98	118-119	140-141	»	»
» calc......	81,0	98,6	117,7	137,0	»	»
Aldéhydes : obs.....	»	20,8	49	ca. 75	102	128
» calc.....	— 5,2	20,5	47,8	74,4	99,5	123,2
Acides : obs.........	99	118	140	163	185	205
» calc........	88,0	115,6	140,4	163,1	183,6	202,6
Méthyl-kétones : obs.	56,5	81	171	225	»	»
» calc.	55,6	81,1	170,2	225,4	»	»
Chlorides : obs......	— 22	12,5	46,5	77,6	106-107	130-133
» calc......	— 24,3	13,4	46,7	77,6	106,3	134,7
Bromides : obs......	4,5	39	71	99,8	129	»
» calc.....	2,7	38,7	71,0	101,3	129,4	»
Iodides : obs........	45	72	102	129,8	155,5	180
» calc.......	44,7	73,7	101,9	129,7	156,0	180,1

	$n = 7$.	8.	9.	10.
Paraffines : obs...........	99	12	149,5	»
» calc...........	98,9	126,0	150,6	»
Alcools : obs.............	175	»	»	»
» calc............	176,1	»	»	»
Acides : obs..............	220,2	236-237	253-254	268-270
» calc.............	220,2	236,6	252,3	267,1

(¹) Benzène, $n = 0$: obs. 80,5; calc. 79,7.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les carbures pyrogénés formés dans l'industrie du gaz comprimé* [1]. Note de M. **A. Brochet**, présentée par M. P. Schützenberger.

« I. Divers auteurs ont extrait des carbures incomplets des huiles légères du gaz comprimé que l'industrie prépare actuellement par la pyrogénation du boghead et surtout des huiles de schiste.

» A part l'hexylène normal signalé par Williams et l'érythrène trouvé dans ces produits par Caventou, et dont la constitution est bien connue, aucun autre carbure défini n'a été nettement caractérisé. Le gaz comprimé prenant naissance dans une pyrogénation fortement prolongée, j'ai pensé que les carbures susceptibles de subsister un certain temps au rouge-cerise devaient représenter les termes les plus stables de leur série et avoir une grande analogie entre eux; c'est, en effet, ce qui a lieu, et mes observations montrent que l'on peut considérer les huiles de gaz comprimé comme une source pratique et fort abondante de carbures normaux qu'on ne peut se procurer que difficilement par d'autres procédés.

» Au cours de ce travail, après avoir condensé dans le brome les produits volatils, et séparé par distillation de grandes quantités de carbures aromatiques, j'ai pu isoler jusqu'à 20gr d'amylène et 40gr d'hexylène par litre d'huile brute. Ce sont ces carbures qui forment l'objet du présent travail.

» Les gaz combinés au brome ont donné deux produits, un liquide et un solide, séparables facilement à la trompe. Le produit solide, cristallisant facilement dans l'alcool en lamelles nacrées grasses au toucher, est le tétrabromure d'érythrène fusible à 116°; la partie liquide est formée, en majeure partie, de bibromure de butylène normal

$$CH^2Br - CHBr.CH^2.CH^3$$

bouillant à 166°.

» II. *Amylènes.* — Par un fractionnement général, je suis arrivé à isoler une première portion bouillant de 35° à 40°. En raison de la proximité des points d'ébullition des isomères, il m'a été impossible de les séparer dans une opération d'ensemble.

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Étard, à l'École de Physique et de Chimie industrielles.

Il paraissait évident, d'après les courbes successives de distillation, que deux carbures au moins se trouvaient dans cette partie du liquide. Après de nombreux fractionnements de degré en degré, je suis arrivé à séparer deux portions maxima principales, que j'ai oxydées par le permanganate de potassium en vue d'établir leur constitution.

» Dans ces conditions, la partie la plus élevée donne de l'acide formique, une grande quantité d'acide succinique et une trace d'acide butyrique; ces corps caractérisent nettement le propyléthylène ou amylène normal $\alpha\beta$,

$$CH^2 = CH - CH^2.CH^2.CH^3,$$

bouillant à 39°-40°.

» Les bibromures des amylènes présentant entre eux des différences de points d'ébullition plus grandes que celles des carbures générateurs, cela m'a permis d'obtenir facilement le bibromure normal $\alpha\beta$, $CH^2Br.CHBr.C^3H^7$, dont les constantes ne sont pas connues. Il bout sans altération à 190°-191°. Sa densité est de 1,738, à 15°.

» Les portions les plus élevées du propyléthylène renferment également du pipérilène

$$CH^2 = CH - CH^2.CH = CH^2,$$

bouillant à 41°-42° : il est donc impossible de séparer ces deux carbures, mais il est facile de séparer leurs bromures par distillation dans le vide.

» Sous la pression de 25^{mm}, celui d'amylène bout vers 85°-90°; la portion 160°-180° se solidifie par refroidissement; par cristallisation de cette dernière dans l'alcool, on obtient le tétrabromure de pipérilène en longues aiguilles plates fusibles à 114°.

» L'amylène le plus léger oxydé comme le précédent donne de l'acide acétique, de l'acide oxalique et de l'acide propionique; ces dérivés d'oxydation caractérisent le méthyléthyléthylène symétrique ou amylène normal $\beta\gamma$,

$$CH^3.CH = CH.CH^2.CH^3,$$

bouillant à 35°-36°.

» Ces carbures, dont la constitution est nettement établie, ont des points d'ébullition trop rapprochés pour qu'il soit possible de donner séparément leurs constantes physiques.

» Les deux amylènes normaux donnent, avec l'acide iodhydrique, le même iodure secondaire $CH^3.CHI.CH^2.CH^2.CH^3$, bouillant à 144°-145°.

» III. *Hexylène*. — Tandis que la première partie du fractionnement renferme deux isomères linéaires en C^5, la seconde ne renferme qu'un seul carbure en C^6. Ce carbure donne à l'oxydation de l'acide formique et de l'acide valérianique normal bouillant à 184°-185°; il s'agit donc bien du butyléthylène ou hexylène normal $\alpha\beta$,

$$CH^2 = CH.CH^2.CH^2.CH^2.CH^3,$$

bouillant à 167°.

» Ce produit se trouve en assez grande abondance dans les huiles traitées pour que l'on puisse en préparer facilement plusieurs litres bouillant de 64° à 69°.

Densité		$d_0 = 0,7241$
		$d_{10} = 0,7148$
Indice de réfraction		$n_{10} = 1,407$
Pouvoir réfringent moléculaire	28,93	(Théorie 29,14)

» Saturé à 0° par l'acide iodhydrique, il donne de l'iodure d'hexyle secondaire $CH^3.CHI.C^4H^9$, bouillant à 167°, identique à celui obtenu au moyen de la mannite, et de l'iodure primaire $C^5H^{11}.CH^2I$, bouillant à 180°-181°, qui paraît beaucoup plus stable que le précédent; il distille presque incolore à la pression ordinaire.

» Le butyléthylène est insoluble dans un mélange de 3 volumes d'acide sulfurique et 1 volume d'eau après un contact de quinze jours.

» Avec le chlore et le brome, il donne les deux composés d'addition non décrits :

Bichlorure bouillant à 172°-174° .... $d_{15} = 1,085$
Bibromure bouillant à 98°-99°, sous une pression de 15^{mm} et se décomposant à la pression ordinaire.. .... $d_{15} = 1,610$

» Avec l'iode à 150°, en tube scellé, il se polymérise, en donnant des produits distillant d'une façon continue de 150° à 360°. Chauffé seul à 170°, il n'est pas altéré.

» Il résulte de ce travail que, parmi les nombreux carbures éthyléniques pouvant prendre naissance, ceux à chaîne linéaire subsistent seuls, après l'action prolongée d'une température élevée. Cette considération rend les huiles de gaz comprimé moins complexes qu'on le pourrait croire.

» Les carbures que j'ai pu isoler ou identifier sont donc :

$$CH^2 = CH - CH^2CH^3,$$
$$CH^2 = CH - CH^2CH^2 - CH^3,$$
$$CH^3 - CH = CH - CH^2 - CH^3,$$
$$CH^2 = CH - CH^2CH^2 - CH^2CH^3,$$
$$CH^2 = CH - CH = CH^2,$$
$$CH^2 = CH - CH^2 - CH = CH^2.$$

» L'hexylène est le terme le plus élevé de cette série que l'on rencontre dans ce milieu; après lui viennent le benzène, le toluène et le dipyropentilène bouillant à 167°, indiqué par MM. A. Étard et P. Lambert (¹). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Le poids spécifique de la soie.* Note de M. **Léo Vignon**.

« Dans la séance du 22 février 1892, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie une méthode pour la détermination du poids spécifique des textiles. M. de Chardonnet, dans une Note communiquée à l'Académie, le

(¹) *Comptes rendus*, 27 avril 1891.

29 février, ayant critiqué mes résultats, je demande à présenter quelques observations.

» M. de Chardonnet dit, en substance, que mes nombres sont trop faibles, parce que l'air n'est pas complètement éliminé. Cette objection me paraît contraire aux faits. Voici les détails, à titre d'exemple, d'une détermination portant sur un écheveau de soie décreusée (France).

» (Les nombres représentent les poids spécifiques, vers 15°, pour la soie ayant sa proportion normale d'humidité.)

1re détermination	1,162	après immersion dans la benzine,
2e »	1,332	après action d'une pression réduite,

pendant dix minutes ($H = 0^m,050$), le dégagement de deux ou trois bulles de gaz restant à la surface des fils, très visibles, étant amené par le contact avec la pointe d'un fil de platine.

3e détermination	1,333	après 24 heures d'exposition au vide ($H = 0,050$).	
4e »	1,330	après 2 jours	»
5e » ...	1,333	après 3 jours	»

» L'élimination des gaz est donc rapide et complète; les poids spécifiques, en tenant compte des variations de température de la benzine, en maintenant constant le niveau de celle-ci, sont déterminés avec une approximation satisfaisante.

» Mais je tiens à expliquer aussi pourquoi les nombres trouvés par M. de Chardonnet, pour la densité de la soie, sont plus forts que les miens : c'est que, en réalité, la méthode de M. de Chardonnet comporte plusieurs causes d'erreur; j'en relaterai seulement deux :

» 1° La soie n'est pas maintenue dans son état initial : elle subit des opérations mécaniques qui peuvent modifier son volume.

» 2° Le liquide employé (solution aqueuse de borotungstate de cadmium) n'est pas convenablement choisi. On sait, en effet, que la soie absorbe, à la température ordinaire, les sels métalliques dissous dans l'eau; ceux-ci se partagent entre la soie et le dissolvant.

» C'est là un fait général; mais voici une expérience directe :

» J'ai préparé une solution aqueuse de borotungstate de cadmium, de densité 1,58.

» Cette solution a été partagée en trois liqueurs d'égal volume. L'une d'elles a été conservée comme type, l'autre additionnée de 10 pour 100, en poids, de soie grège; la troisième, additionnée de 10 pour 100, en poids, de soie décreusée.

» Après quelques heures de contact, en vase fermé, à la température ordinaire, les

liqueurs étant à leur température initiale, j'ai déterminé les densités (après séparation de la soie). Voici les résultats :

Liqueur borotungstique type	...	1,58
»	+ soie grège	1,52
»	+ soie décreusée	1,55

» Les solutions baignant la soie se sont appauvries. La soie [1] a donc fixé, tout ou partie, des éléments constitutifs du borotungstate de cadmium.

» En résumé, les nombres donnés par M. de Chardonnet s'appliquent, non à la soie dans son état d'origine, mais à la soie plus ou moins chargée de combinaisons métalliques. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Glycolyse dans le sang*. Note de M. **Maurice Arthus**, présentée par M. A. Chauveau.

« Le sucre disparaît peu à peu dans le sang conservé hors des vaisseaux. Cette disparition ou glycolyse est d'autant plus rapide que la température est plus élevée (au-dessous de 55°); une température de 0° la rend très faible; une température de 55° la supprime définitivement.

» La glycolyse est une propriété du sang lui-même; elle n'est pas le résultat du développement de micro-organismes, car elle s'opère dans le sang recueilli aseptiquement dans des matras stérilisés.

» La glycolyse n'exige pas comme condition nécessaire la présence dans le sang d'éléments actuellement vivants : 1° elle se produit dans le sérum ou le plasma oxalaté débarrassés des globules; 2° elle persiste dans le sang laqué par l'addition de plusieurs volumes d'eau; 3° elle est augmentée d'intensité dans le sang conservé quarante-huit heures à 0°; 4° elle se prolonge à 10° pendant plusieurs jours dans le sang défibriné aseptique, pendant plusieurs semaines dans le sang oxalaté aseptique; 5° elle se produit en présence de 1 pour 100 de fluorure de sodium ajouté au sang défibriné conservé vingt-quatre heures à 15° (dose suffisante pour empêcher le développement de tous micro-organismes).

» L'agent actif de la glycolyse présente plusieurs propriétés communes avec les ferments solubles : 1° il est détruit à 55°; 2° son action, très faible à 0°, augmente avec la température pour devenir énergique vers

(1) La soie grège s'est chargée davantage que la soie décreusée.

40° à 50°; 3° il est soluble dans le sérum sanguin et dans le plasma oxalaté; 4° il est probablement fixé par la fibrine fraîche; 5° il présente, dans son mode de production et d'activité, certaines analogies avec le fibrinferment. On peut donc le ranger dans le groupe des ferments solubles. On doit cependant faire remarquer : 1° qu'il n'a pu être préparé par précipitation par l'alcool; 2° que son développement dans le sang est empêché par le fluorure de sodium, tandis que le développement du fibrin-ferment n'est pas empêché par ce sel.

» Le ferment glycolytique ne préexiste pas dans le sang circulant; il se forme dans le sang hors des vaisseaux.

» *a*. Le ferment glycolytique n'est pas en solution dans le plasma sanguin : 1° parce que le plasma de cheval oxalaté à 0,001, séparé par le repos à 0° de ses globules, ne détruit pas son sucre; 2° parce que les transsudats et l'urine ne contiennent pas de ferment glycolytique. Au contraire, le ferment glycosique peut être mis en évidence dans le plasma oxalaté, dans l'urine, dans les transsudats.

» *b*. Le ferment glycolytique n'est pas fixé sur les éléments solides du sang : 1° parce que ces éléments solides ne fixent pas le ferment glycosique ou, tout au moins, tout le ferment glycosique (le ferment glycolytique ferait exception); 2° parce que le sang conservé dans la jugulaire du cheval ne perd pas de sucre; 3° parce que la glycolyse dans le sang défibriné ou dans le sang oxalaté, très faible ou nulle dans les premiers instants qui suivent la prise, augmente rapidement ensuite, pour diminuer peu à peu lorsque la quantité totale de sucre du sang diminue.

» Si l'on étudie la glycolyse du sang défibriné conservé à 40°, on constate que cette glycolyse est nulle ou très faible pendant le premier quart d'heure, augmente d'intensité pendant une heure et demie à deux heures, et diminue ensuite régulièrement. Cette faible destruction du sucre à l'origine est d'autant plus remarquable que les quantités de sucre détruites par le sang, toutes autres choses égales, sont d'autant plus grandes que la quantité de sucre est plus grande, soit qu'on ajoute du glucose, soit qu'on augmente la teneur en sucre du sang par l'asphyxie. La marche de la glycolyse dans le sang oxalaté à 0,001 ou 0,002 est la même, avec cette différence que la phase de croissance de la glycolyse est très notablement augmentée : la glycolyse est, dans ce cas, généralement nulle pendant la première demi-heure, et croît pendant au moins quatre à cinq heures dans le sang oxalaté conservé à 40°.

» Dans tous les cas, sans exception, la glycolyse, faible ou nulle à l'origine, augmente ensuite pendant une période plus ou moins longue d'ailleurs, pour diminuer ensuite, que l'animal ait été morphiné ou non, qu'il

soit en digestion, ou qu'il soit à jeun, depuis vingt-quatre, quarante-huit heures, quatre et huit jours.

» La faiblesse de la glycolyse ou l'absence de glycolyse dans les premiers moments qui suivent la prise du sang ne sont pas la conséquence d'une production de sucre aux dépens de quelque autre substance, du glycogène par exemple. En ajoutant au sang défibriné, aussitôt après défibrination, $0^{gr},25$ de fluorure de sodium ou plus par litre de sang, on empêche toute glycolyse, sans enlever au sang la propriété qu'il possède de transformer en sucre le glycogène ajouté. Or, dans ces conditions, on ne constate jamais d'augmentation du sucre du sang; c'est donc que le sang ne contient pas de glycogène. On ne parvient pas davantage à produire dans le sang fluoré une augmentation du sucre par addition de la diastase glycosique du foie.

» Enfin, on ne trouve pas de glycogène dans les liqueurs d'épuisement du sang. D'autre part, jamais on n'a constaté (en employant pour doser le sucre une méthode sûre) une augmentation du sucre dans le sang, même extrêmement faible, que le sang ait été simplement défibriné, qu'il ait été oxalaté, qu'il ait été débarrassé de son ferment glycolytique par une température de 55° à 58° (le ferment glycosique étant respecté par cette température).

» Le ferment glycolytique qui ne préexiste pas dans le sang circulant se forme dans le sang hors des vaisseaux aux dépens des éléments de la couche des globules blancs : l'addition au liquide de transsudat péritonéal des éléments de la couche des globules blancs du sang de cheval (séparés par le repos du sang conservé dans une jugulaire) provoque la glycolyse; le plasma clair surnageant ou les globules rouges sous-jacents sont impuissants à la provoquer.

» Le développement dans le sang du ferment glycolytique semble être une conséquence de la vie extravasculaire des globules blancs; l'oxalate de sodium retarde le développement des micro-organismes et l'apparition de la glycolyse; le fluorure de sodium (à doses convenables variables suivant les espèces) empêche le développement des micro-organismes et la glycolyse du sang. Ces sels, au contraire, ne retardent ni n'empêchent la glycolyse, lorsqu'ils sont ajoutés tardivement au sang, c'est-à-dire lorsque le ferment s'est développé.

» La glycolyse dans le sang présente mainte analogie avec la coagulation du sang : le fibrin-ferment et le ferment glycolytique ne se trouvent pas dans les transsudats, dans l'urine, ne se forment pas dans la jugulaire

du cheval, ont pour producteurs les éléments de la couche des globules blancs. L'addition d'eau qui retarde généralement la coagulation et la glycolyse peut, dans des conditions particulières, identiques dans les deux cas, favoriser ces deux phénomènes.

» Toutefois, si l'addition de fluorure de sodium après défibrination du sang empêche toute glycolyse, alors même qu'on ajoute ensuite à ce sang un excès de sel calcique, la fluoruration du sang à un moment aussi rapproché que possible de la prise du sang (carotide plongeant dans la solution fluorée) ne le rend non spontanément coagulable qu'à la dose de 1 à 1,5 pour 100 et cette non-coagulation est alors uniquement due à l'absence de sels calciques, car l'addition à ce sang fluoré de chlorure de calcium ou de sulfate calcique en provoque la coagulation.

» *En résumé* : la glycolyse dans le sang est un phénomène de fermentation chimique ; le ferment glycolytique ne préexiste pas dans le sang circulant; il se forme hors de l'organisme, aux dépens des éléments de la couche des globules blancs, et semble être en relation avec la vie extravasculaire de ces éléments; la glycolyse peut s'accomplir d'ailleurs en l'absence d'éléments actuellement vivants. La glycolyse se produit exclusivement hors des vaisseaux comme la coagulation avec laquelle elle présente d'importantes analogies. »

PHYSIOLOGIE. — *Y a-t-il des nerfs inhibiteurs?* Note de M. **J.-P. Morat**, présentée par M. A. Chauveau.

« La notion de nerfs d'arrêt, désignés sous le nom de *nerfs inhibiteurs* par M. Brown-Séquard, repose tout entière sur les faits suivants : quand on excite les nerfs centrifuges, autrement dit quand on les met en état d'activité, cette excitation entraîne pour les uns l'activité de leur appareil terminal (muscles, glandes, etc.); mais pour quelques autres non seulement elle n'entraîne pas cette activité, mais de plus elle l'empêche et la suspend si elle préexistait. Les premiers sont les nerfs moteurs au sens propre du mot, les seconds sont les nerfs d'arrêt ou nerfs inhibiteurs.

» Quand la même cause, le même excitant a sur deux organes nerveux des effets aussi diamétralement opposés, on ne peut se refuser à admettre que ces deux organes ont des activités différentes et partant qu'ils doivent être distincts. Les exemples de ce genre vont du reste en se multipliant :

tantôt les deux nerfs sont distincts anatomiquement et convergent vers le même organe dont, par leur action antagoniste, ils gouvernent et régularisent les mouvements, comme c'est le cas pour le cœur (expérience des frères Weber) ou encore pour les vaisseaux de la glande sous-maxillaire et ceux de la langue (expériences de Cl. Bernard et de Vulpian); tantôt, au contraire, les deux ordres d'éléments sont réunis dans le même tronc sous la même gaine connective, comme dans l'exemple que M. Dastre et moi avons fait connaître, en montrant la double action motrice et inhibitrice du sympathique cervical sur les vaisseaux de la face. Cette expérience à certain point de vue est une de celles qui démontrent le mieux l'existence distincte des nerfs d'arrêt, car la double modification inverse et simultanée qu'on voit ici se produire dans des départements absolument voisins du même territoire vasculaire est causée par une excitation qui ici est bien identique dans toutes ses qualités pour toutes les fibres du même nerf excité. Comment échapper à cette conclusion que, si la même excitation a, au même moment, des effets si dissemblables, si opposés, elle doit forcément s'adresser à des nerfs de fonctions distinctes et différentes, ou tout au moins ayant des rapports réciproquement inverses avec certains organes placés à la périphérie. Quelle objection peut-on faire à cette manière de voir?

» On en fait une cependant, et elle se reproduit toujours la même. En dépit de ce qui vient d'être dit, l'inversion dans les réactions des appareils périphériques (musculaires ou autres) serait due non à l'activité de conducteurs centrifuges à fonction inverse, mais à la qualité différente, inverse en quelque sorte, de l'excitant agissant sur une seule espèce de nerfs pour les provoquer à l'action dans un cas et pour les inhiber dans l'autre. Il faut examiner de près les faits sur lesquels une telle opinion s'appuie.

» L'excitant que l'on a en vue est l'électricité généralement employée sous forme de courants induits (de clôture et de rupture), se suivant avec plus ou moins de rapidité. Les qualités de l'excitant, dont on examine isolément l'influence, sont d'une part l'*intensité*, d'autre part le *rythme*, c'est-à-dire leur fréquence dans un temps donné. Lorsqu'on emploie des courants d'intensité d'abord très faible, puis graduellement croissante, il est une de ces intensités pour laquelle le nerf entre en activité, c'est ce qu'on appelle le *seuil* de l'excitation. L'intensité allant toujours croissant, l'effet produit croît d'abord avec elle, puis cesse de croître, puis décroît, et finit même dans certains cas par devenir nul. Même succession d'effets

quand on fait croître la fréquence, et c'est à cette disparition des effets moteurs de l'excitant que l'on prétend donner exclusivement le nom d'*inhibition* (1). La polarité du courant, qui, comme l'a remarqué M. Chauveau, a une si grande influence dans les effets de ce genre, n'a pas à intervenir ici, puisqu'il s'agit de courants alternatifs; c'est, du reste, une autre condition ou qualité de l'excitant qui sera à examiner à part en raison même de son importance.

» Dans l'hypothèse que je combats, la logique exigerait que, dans cette succession, tout effet inhibiteur soit précédé d'un effet moteur : or l'expérience apprend qu'il n'en est rien. Elle voudrait encore que lorsque les deux effets moteur et inhibiteur se montrent dissociés (soit qu'on excite un seul nerf, soit qu'on excite deux troncs nerveux différents), ces effets inverses ne puissent se produire que pour des intensités ou des rythmes très différents, très éloignés; ce qui est également contraire à l'expérience, surtout en ce qui concerne les nerfs vaso-moteurs. Elle exigerait au moins que l'effet inhibiteur ne puisse pas se produire pour une intensité moindre que l'effet moteur du même ordre, comme cela arrive cependant, ainsi que je m'en suis assuré encore récemment.

» Les faits apportés par M. Vedensky sont à coup sûr d'un grand intérêt; le point de vue sous lequel il les présente est propre à en montrer l'importance, mais la généralisation qu'il en propose me paraît exagérée. La négation qu'il en tire (celle des nerfs inhibiteurs) n'y est sûrement pas contenue. Quel rapport y a-t-il entre les faits d'inhibition dont il parle et les faits d'inhibition *ganglionnaire* antérieurement connus, ceux notamment qui ont été exposés par Dastre et moi? C'est ce qu'il est difficile de dire, le mécanisme intime de ceux-ci étant complètement ignoré. En tout cas, la notion de l'existence de nerfs centrifuges inhibiteurs, dits *nerf d'arrêt*, me paraît une des données les plus solidement établies de la Physiologie. »

ANATOMIE HUMAINE. — *Sur une anomalie du nerf grand-hypoglosse.* Note de M. **Buffet-Delmas.**

« Au mois de mars 1891, en préparant la portion cervicale du nerf pneumogastrique, le prosecteur me présenta, comme étant le nerf laryngé supérieur, un rameau nerveux dont le volume, la situation et surtout la

(1) Vedensky, *Comptes rendus* et *Arch. de Physiologie;* 1892.

direction horizontale presque ascendante me parurent différents de l'état normal. En continuant la dissection vers le bout périphérique, je pus m'assurer que ce rameau se terminait dans la langue. Enfin la pièce ayant été mise de côté, je terminai plus tard la dissection du côté droit et je pus faire complètement la préparation du côté gauche, demeuré intact.

» *A droite.* — L'extrémité inférieure du ganglion plexiforme du pneumogastrique, qui mesure 4^{cm}, semble s'épanouir en un bouquet de quatre branches, qui sont, d'avant en arrière et de haut en bas : le grand-hypoglosse, la branche descendante interne, le laryngé supérieur et enfin le pneumogastrique.

» D'abord en arrière de l'artère carotide interne et de la veine jugulaire interne, le nerf grand-hypoglosse contourne les carotides externe et interne, séparant cette dernière de la veine jugulaire interne située en dehors; il se dirige ensuite vers la grande corne de l'os hyoïde, entre les muscles stylopharyngien et styloglosse en dedans, les muscles stylo-hyoïdien et ventre postérieur du digastrique en dehors; puis il devient horizontal au niveau de l'os hyoïde, où il reprend les rapports ordinaires au nerf grand-hypoglosse. Chemin faisant, il fournit le rameau du muscle thyro-hyoïdien, celui du muscle génio-hyoïdien, des muscles hyo-glosse et stylo-glosse, et enfin des branches terminales.

» La branche descendante interne, partant également de l'extrémité inférieure du ganglion plexiforme, croise obliquement les carotides, se place au-devant de la primitive et vient se terminer par une série de filets dans les muscles omoplato-hyoïdien, sterno-hyoïdien et sterno-thyroïdien, sans avoir formé le plexus ordinaire au niveau du tendon médian du muscle omoplato-hyoïdien.

» Les branches laryngée supérieure et pneumogastrique ne présentent rien de particulier à signaler.

» *A gauche.* — Le ganglion plexiforme, à peu près de même longueur qu'à droite ($3^{cm},5$), se continue par un cordon divisé à 2^{cm} plus bas en trois branches seulement : grand-hypoglosse, laryngé, pneumogastrique.

» La première branche présente les mêmes détails qu'à droite, mais la branche descendante interne, volumineuse également, naît de l'hypoglosse à $2^{cm},5$ au-dessous de son origine. Les rapports de cette branche sont également les mêmes qu'à droite, sauf ceux qui concernent les carotides interne et externe au-dessous desquelles elle a pris naissance.

» En suivant alors de bas en haut la direction des deux troncs nerveux pneumogastriques jusqu'au niveau du trou déchiré postérieur, je n'ai pu, malgré le plus grand soin, trouver un seul rameau se détachant pour passer à travers le trou condylien antérieur, ni d'un côté, ni de l'autre. Je n'ai trouvé non plus aucune trace de branche nerveuse arrachée au tronc du pneumogastrique.

» La préparation ayant été faite sur un sujet dont l'encéphale avait été enlevé, il n'a pas été possible, à mon grand regret, de suivre dans le bulbe le trajet du pneumogastrique, pour vérifier si l'hypoglosse et le pneumogastrique venaient réellement ici du même noyau. Cette constatation

aurait eu d'autant plus d'intérêt que cette anomalie semble très rare : je n'en ai trouvé mention dans aucun des Ouvrages que j'ai pu consulter.

» Au surplus, le fait ne paraît pas impossible *a priori*, puisque la tête de la corne antérieure, rejetée en avant et en dehors (noyau antéro-latéral de Stilling, Kolliker, L. Clarke et J. Dean), fournit le noyau moteur des nerfs mixtes (neuvième, dixième et onzième paires) et, par ses parties les plus internes, un noyau antérieur, dit *noyau accessoire du nerf grand-hypoglosse*. Ne peut-on pas admettre la fusion des fibres partant des noyaux accessoire de l'hypoglosse et moteur des nerfs mixtes, qui sont contigus?

» Quoi qu'il en soit, il reste de cette observation un autre fait, à savoir un genre d'anastomose très rare des deux nerfs, si l'on ne peut admettre l'origine commune. A l'ordinaire, l'hypoglosse et le pneumogastrique sont unis par un, deux ou trois filets grêles et le plus souvent très courts; il n'existe pas, comme dans ce cas particulier, une véritable intrication des deux troncs nerveux, mesurant à droite au moins 4^{cm}; à gauche, $5^{cm},5$. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'ovaire et l'œuf du* Gobius minutus [1]. Note de M. **Frédéric Guitel**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le *Gobius minutus* a deux ovaires enfermés chacun dans une enveloppe fusiforme à extrémité antérieure arrondie. Les papilles aplaties, au nombre de 10 à 15, qui constituent la partie essentielle de l'ovaire, sont toutes parallèles entre elles et sensiblement perpendiculaires à l'axe longitudinal de la glande; elles adhèrent à la paroi interne de son enveloppe par la partie supéro-interne de leur tranche, tandis que la partie inféro-externe de celle-ci reste libre de toute adhérence avec cette membrane.

Dans chaque papille il y a à considérer trois parties : l'épithélium germinatif, les œufs et le stroma vasculaire.

» L'épithélium germinatif, qui est d'une minceur extrême, s'étend à la périphérie de chacune des papilles ovariques qu'il limite et dont il détermine la forme extérieure. Après avoir tapissé, par exemple, la face postérieure d'une papille, il revêt son bord libre et arrive ainsi à sa face antérieure qu'il recouvre jusqu'à l'intersection de celle-ci avec l'enveloppe de la glande. Arrivé là, il se réfléchit en passant sur la face postérieure de la papille située immédiatement en avant de la première, la recouvre de la

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Roscoff (Finistère).

même façon, passe sur une troisième papille et ainsi de suite jusqu'à l'extrémité de la glande.

» Les œufs sont tous situés dans la cavité limitée par les replis de l'épithélium d'une part, et, d'autre part, par la partie de l'enveloppe à laquelle sont fixées les papilles; ils sont tous tangents à la face interne ou cavitaire de cet épithélium. On voit, par là, qu'ils forment à la face profonde de ce dernier une couche unique qui suit toutes ses inflexions.

» Les vaisseaux nourriciers de l'ovaire, après avoir rampé dans l'épaisseur de son enveloppe, pénètrent dans ses papilles dont ils occupent la zone moyenne ménagée entre les œufs appliqués sur chacune de leurs deux parois. Ces vaisseaux se ramifient à la surface de l'épithélium germinatif et à la périphérie des œufs sur la membrane propre du follicule.

» La partie la plus intéressante de l'œuf est l'organe au moyen duquel les femelles le fixent solidement à la face inférieure des coquilles qui leur servent de nid (*Comptes rendus,* t. CXIII, p. 292). Cet organe forme à l'œuf pondu et fixé une sorte de crinoline adhérant à l'une des extrémités et constituée par un grand nombre de filaments transparents qui, dans leur partie proximale, se fusionnent avec leurs voisins en laissant entre eux des intervalles losangiques, tandis que, dans tout le reste de leur longueur, ils sont libres de toute adhérence avec ces derniers. L'appareil fixateur de l'œuf du *Gobius minutus* est sécrété par un follicule, comme le prouve l'étude minutieuse du développement de ce dernier organe [1]. Dans les descriptions qui vont suivre, j'appellerai *axe* de l'œuf celui de ses diamètres qui passe par son point de contact avec l'épithélium; *pôle vitellin,* l'extrémité de l'axe correspondant à ce point de contact, et *pôle germinatif,* l'extrémité diamétralement opposée; on verra plus loin la raison de ces dénominations.

» Le follicule apparaît de très bonne heure. Dans des œufs dont le diamètre ne dépasse pas $0^{mm},02$, on le trouve constitué par un très petit nombre de noyaux sensiblement circulaires très peu épais, posés à plat à la surface de l'œuf. A mesure que celui-ci grossit, ces noyaux se divisent et deviennent de plus en plus nombreux tout en conservant leur forme presque circulaire. Lorsque l'œuf a atteint environ $0^{mm},08$ les noyaux de son follicule s'allongent visiblement et l'on peut constater que cet allongement a lieu pour chaque noyau suivant la direction du méridien sur

(1) Dans une Note parue en juillet 1890 (*Ann. and Mag. of nat. History*), Holt a décrit et figuré l'œuf pondu du *Gobius minutus* et son appareil fixateur.

lequel il est situé. Dans l'œuf de $0^{mm},12$ cette orientation des noyaux du follicule est d'une parfaite évidence, à tel point que si l'on regarde un œuf de ce diamètre par l'un de ses pôles, on constate que les noyaux folliculaires qui ont la forme de courts petits bâtonnets sont disposés en files rayonnant très régulièrement dans toutes les directions autour de ce pôle. En outre de cette orientation remarquable des noyaux folliculaires par rapport aux méridiens de l'œuf, on voit que, dans l'œuf de $0^{mm},12$, ces mêmes noyaux ont déjà une tendance bien marquée à s'accoler les uns à côté des autres, de manière à former des bandes parallèles à l'équateur. Cette tendance s'accentue très rapidement et dans l'œuf d'un diamètre un peu plus grand la disposition dont je viens de parler est d'une évidence parfaite. Les coupes tangentielles, méridiennes et équatoriales montrent que les bandes folliculaires peuvent présenter des sinuosités très accentuées et ne comptent qu'un seul noyau aussi bien dans le sens de leur épaisseur que dans le sens de leur largeur.

» Bientôt la coque apparaît, puis les noyaux du follicule deviennent sphériques, les bandes qu'ils formaient s'anastomosent, se confondent et toute la surface de l'œuf est couverte d'une couche ininterrompue de cellules allongées dans le sens méridien, mais à noyaux sphériques. Dans l'œuf de $0^{mm},22$, on voit apparaître les filaments de l'appareil fixateur qui se développent sur la face profonde du follicule suivant les limites de ses cellules, ce qui donne à leur ensemble la forme d'un réseau à mailles losangiques. Déjà à ce stade les cellules folliculaires ont leur noyau tout à fait superficiel tandis que leur corps est profond et séparé seulement de la coque par l'épaisseur des filaments. Plus tard, autour du pôle germinatif, les noyaux (*fig.* 1, *n*) restant toujours superficiels, les filaments (*f*) s'éloi-

Fig. 1.

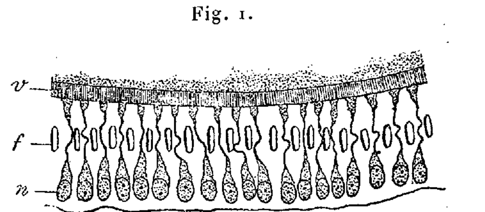
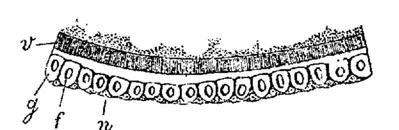


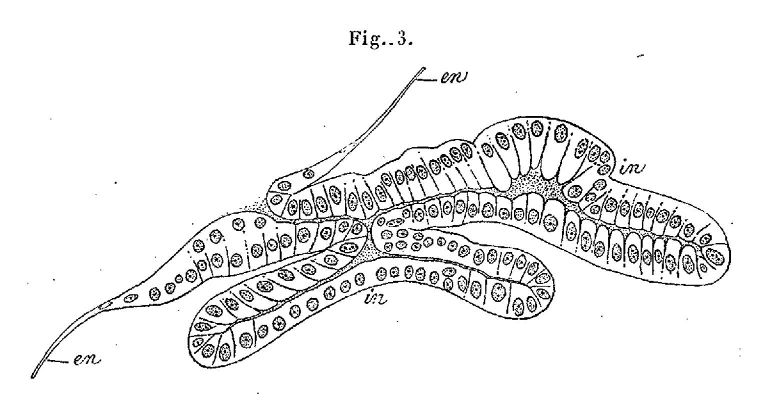
Fig. 2.



gnent de la coque (*v*) et le corps des cellules folliculaires s'étrangle fortement tandis qu'autour du pôle vitellin le corps des cellules est simplement pincé entre les gaines transparentes (*fig.* 2, *g*) qui entourent les filaments fixateurs (*f*). Dans l'œuf qui va être pondu, le protoplasma est accumulé

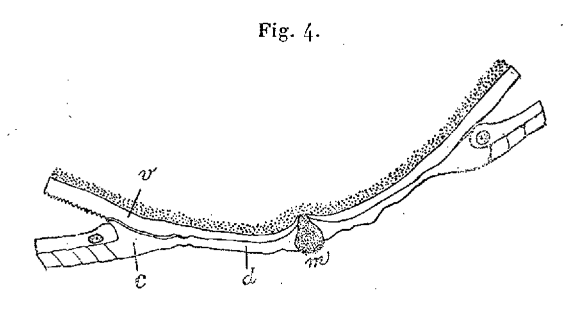
à l'un des pôles que, pour cette raison, j'ai désigné sous le nom de *pôle germinatif* par opposition au pôle vitellin tangent à l'épithélium. Au pôle germinatif se trouve aussi l'appareil fixateur, dont le disque (*d*, *fig.* 4) est percé en son centre par le micropyle (*m*).

Fig. 3.



» L'appareil fixateur de l'œuf mûr présente trois régions : la première qui occupe le pôle germinatif est un disque plein en forme de calotte (*fig.* 4, *d*), percé seulement en son centre d'un trou correspondant au micropyle (*m*); la seconde est formée d'un réseau à mailles losangiques très régulières disposé suivant une zone, et la troisième, qui couvre la majeure partie de l'œuf, est constituée par de nombreux filaments qui vont jusqu'au pôle vitellin. Le disque (*d*) et la couronne qui l'entoure (*c*) adhèrent à la coque (*v*), mais s'en décollent sous l'action des réactifs.

Fig. 4.



» J'ai conservé en captivité, de juillet à septembre, une femelle qui a pondu six fois : en juillet, le 13, le 18, le 25 et le 31 ; puis en août, le 9 et le 16; la moyenne de ces intervalles est d'environ sept jours. A un certain moment de cette période de sept jours, on voit l'épithélium très mince (*fig.* 3, *en*) des papilles ovariques s'épaissir et s'invaginer en de nombreux

points (*in*). En même temps que se forment ces invaginations; ces œufs, les plus avancés, grossissent rapidement, puis l'épithélium auquel ils sont retenus se déchire, de manière à laisser les œufs mûrs se détacher.

» Les lambeaux épithéliaux frappés d'invagination qui étaient situés entre ces œufs se ressoudent et reconstituent des papilles qui, étudiées immédiatement après la ponte, laissent voir un nombre considérable d'invaginations épithéliales en rapport avec des vaisseaux et un grand nombre d'œufs jeunes. A mesure que ces œufs grossissent, les invaginations décollent leurs feuillets, s'étendent, se déplissent en un mot; en même temps de jeunes œufs naissent dans cet épithélium régénéré, et les œufs déjà formés atteignent peu à peu une grande dimension. A ce stade, les invaginations ont disparu; mais bientôt de nouvelles prennent naissance, les œufs mûrs sont expulsés, et l'ovaire se reconstitue de nouveau comme précédemment. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les perturbations magnétiques du* 11 *au* 13 *mars* 1892. Note de M. **Th. Moureaux.**

« Les éléments magnétiques restent profondément troublés [1]; de nouvelles perturbations, d'une grande intensité, ont été enregistrées à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, du 11 au 13 mars. Le 11, à $10^h 43^m$ du soir (temps moyen de Paris), la composante horizontale a augmenté brusquement de 0,0016, soit d'environ $\frac{1}{122}$ de sa valeur à Paris; cette variation a été instantanée, car le rayon lumineux réfléchi par le bifilaire n'a pas laissé de trace apparente sur le papier sensible, dans l'intervalle de ses deux positions extrêmes.

» Dans la nuit du 12 au 13, les boussoles ont accusé, de nouveau, des mouvements irréguliers de grande amplitude; les variations de la déclinaison ont atteint 1°, entre 8^h et 11^h du soir. »

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 352 et 564; 1892.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MARS 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Étude des propriétés du bore amorphe;* par M. **Henri Moissan.**

« Nous avons indiqué précédemment comment on pouvait préparer le bore amorphe en réduisant un excès d'acide borique par la poudre de magnésium. En répétant deux fois ce traitement et en reprenant par les acides, on obtient finalement une poudre qui est le bore amorphe pur.

» *Propriétés physiques.* — Le bore amorphe est une poudre de couleur marron clair tachant les doigts et pouvant être agglomérée par une forte pression. Sa densité est de 2,45. A la température fournie par l'arc électrique, ce bore est infusible. Maintenu dans une atmosphère d'hydrogène à une température voisine de 1500°, il s'agglomère légèrement sans prendre de consistance et augmente de densité.

» Sa conductibilité électrique est très faible; pour la mesurer, on a comprimé une pastille de bore entre deux plaques de cuivre placées dans un

tube de verre de diamètre connu. On a déterminé ensuite la résistance, et déduit sa résistance spécifique α de la formule $R = \frac{\alpha l}{s}$. Nous avons trouvé, pour $l = 8^{mm},5$ et $s = 2^{mmc},27$, $R = 300$ mégohms.

» On en déduit

$$\alpha = 801 \text{ mégohms.}$$

» *Propriétés chimiques.* — Dans l'air, le bore prend feu à la température de 700° (¹). Chauffé fortement dans un tube à essai, puis projeté dans l'atmosphère, il fournit de brillantes étincelles.

» Chauffé dans un courant d'oxygène, il brûle avec une lumière tellement intense que l'œil ne peut en supporter l'éclat. Dans une chambre noire, cette incandescence paraît verte et produit peu de rayons chimiques, car elle ne remplace pas la lumière du magnésium pour la photographie. Dans ces différentes combinaisons, le bore ne brûle pas entièrement, car la couche d'acide borique qui se produit ne tarde pas à limiter la réaction.

» La combinaison avec le soufre se produit avec une très belle incandescence, à la température de 610°; il se fait du sulfure de bore décomposable par l'eau avec production d'hydrogène sulfuré.

» Le sélénium réagit à une température plus élevée et sans incandescence; il se produit un séléniure décomposable par l'eau avec dégagement d'hydrogène sélénié (²). Cette action du soufre et du sélénium sur le bore fournit une bonne méthode de préparation de ces deux composés.

» Le tellure peut être fondu au milieu du bore amorphe sans s'y combiner.

» Le bore prend feu dans une atmosphère de chlore sec à la température de 410°. L'incandescence est très vive, et il distille du chlorure de bore. Si le bore amorphe contient une petite quantité de carbone ou de borure de carbone, il reste, dans la nacelle, un léger résidu noir. En même temps, il se dépose, dans le tube, des traces de chlorure de magnésium et de chlorure ferrique.

» Le brome se combine avec incandescence au bore amorphe vers 700° en donnant du bromure de bore.

» L'eau de brome attaque lentement le bore amorphe à la température

---

(¹) Les différentes températures indiquées dans cette Note ont été déterminées au moyen de la pince thermo-électrique.

(²) Sabatier, *Sur le séléniure de bore* (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 1000).

ordinaire. Si le bore renferme encore du borure de magnésium, l'attaque est beaucoup plus vive et se fait avec un dégagement de chaleur notable. Le bore pur est attaqué plus rapidement par un mélange de brome et d'une solution aqueuse de bromure de potassium.

» Sur la grille à gaz, à la température de 950°, le bore amorphe n'a pas été attaqué par la vapeur d'iode; la combinaison ne s'est pas produite davantage dans un tube de porcelaine chauffé à 1250°.

» L'eau iodée est sans action sur le bore.

» Le bore ne se combine directement à l'azote qu'à une température très élevée. A 900°, dans un courant d'azote pur et sec, le bore n'a fourni, après plusieurs heures, que des traces d'azoture. A 1230°, la combinaison se produit avec une bien plus grande facilité.

» La vapeur de phosphore ne réagit pas à 750° sur le bore amorphe; il en est de même de l'arsenic; l'antimoine, maintenu à son point de fusion, ne s'y combine pas.

» Le carbone et le silicium fortement chauffés ne paraissent pas s'unir au bore. Cependant, sous l'action de l'arc électrique dans une atmosphère d'hydrogène, le bore peut se combiner au carbone et produire un borure de carbone.

» Les métaux alcalins peuvent être distillés sur le bore amorphe sans donner trace de combinaison. Le magnésium, au contraire, fournit un borure au rouge sombre.

» Le fer et l'aluminium ne se combinent au bore qu'à haute température, tandis que l'argent et le platine s'y unissent avec plus de facilité. Nous poursuivons l'étude détaillée de l'action du bore sur les différents métaux.

» Les acides réagissent avec énergie sur le bore. A 250°, l'acide sulfurique est réduit avec production d'acide sulfureux. L'acide nitrique monohydraté, en présence d'un excès de bore, s'y combine avec incandescence. L'anhydride phosphorique est réduit à la température de 800° avec dégagement de phosphore. L'acide arsénieux et l'acide arsénique sont réduits de même au rouge sombre, avec formation d'un anneau d'arsenic. Une solution chaude d'acide iodique dégage de l'iode au contact du bore. Un mélange de bore et d'acide iodique cristallisé, légèrement chauffé, devient incandescent avec formation d'intenses vapeurs d'iode. L'acide chlorique en solution est ramené à l'état d'acide chloreux.

» Les hydracides réagissent avec plus de difficulté. L'acide fluorhydrique gazeux a besoin d'être porté au rouge sombre pour attaquer le bore

et se dédoubler en hydrogène et fluorure de bore. L'acide chlorhydrique gazeux ne réagit qu'au rouge vif; sa solution saturée à 0° n'a pas d'action sur le bore amorphe.

» Enfin l'acide iodhydrique gazeux ne réagit point sur le bore pur à une température comprise entre 1200° et 1300°.

» Le gaz acide sulfureux est réduit par le bore à une température inférieure au rouge; il se produit de l'acide borique et des vapeurs de soufre.

» La vapeur d'eau ne réagit pas sur le bore au-dessous du rouge; mais aussitôt que l'incandescence a été déterminée en un point la décomposition se produit avec violence : il se forme de l'acide borique et il se dégage de l'hydrogène.

» A une température voisine de 1200°, l'oxyde de carbone est réduit par le bore amorphe avec formation d'acide borique et dépôt de charbon.

» A la température d'un bon feu de forge la silice en fusion est réduite par le bore.

» Le bore chauffé au rouge sombre dans un tube de verre traversé par un courant de protoxyde d'azote devient incandescent, fournit de l'azoture de bore et de l'acide borique.

» Dans les mêmes conditions de température, le bioxyde d'azote ne produit rien.

» Les oxydes métalliques peuvent être réduits plus facilement par le bore que par le carbone. Lorsque l'on chauffe, par exemple, dans un tube de verre, un mélange d'oxyde de cuivre et de bore, le dégagement de chaleur est tellement grand que le verre fond immédiatement. Le protoxyde d'étain, la litharge, l'oxyde d'antimoine, l'oxyde de bismuth sont réduits aussitôt qu'on les chauffe légèrement, et toute la masse devient incandescente.

» Le bioxyde de plomb, pulvérisé au mortier avec du bore, détone violemment. Le sesquioxde de fer et le protoxyde de cobalt sont réduits au rouge vif. Les oxydes alcalino-terreux ne sont pas attaqués. Enfin l'hydrate de potasse fondu en présence du bore amorphe produit un violent dégagement d'hydrogène.

» L'avidité du bore pour l'oxygène peut encore se démontrer en faisant un mélange de bore amorphe, de soufre et d'azotate de potasse. On obtient dans ces conditions une véritable poudre qui déflagre au-dessous du rouge sombre.

» On peut encore mettre en évidence cette affinité du bore pour l'oxygène en laissant tomber sur du chlorate de potasse en fusion quelques

parcelles de bore amorphe. La combustion se produit avec une lumière éblouissante. C'est même une très belle expérience de cours.

» L'action du bore sur certains fluorures métalliques est très énergique. Avec les fluorures alcalins et alcalino-terreux, il n'y a pas de réaction au rouge vif. Le fluorure de zinc est réduit par le bore au rouge sombre avec production de fluorure de bore. Le fluorure de plomb se réduit, de même, en produisant une vive incandescence. Si la quantité de bore est un peu grande, il y a déflagration du mélange. Quant au fluorure d'argent, il réagit à froid par simple contact, dans un mortier, avec incandescence et détonation.

» Les chlorures alcalins et alcalino-terreux ne sont point attaqués par le bore. Les chlorures de zinc et de plomb ne réagissent pas au rouge; au contraire, le protochlorure de mercure, mélangé de bore, produit vers 700° du chlorure de bore et des vapeurs de mercure.

» Les iodures de plomb, de zinc, de cadmium et de cuivre, chauffés avec du bore dans un tube de verre, ne sont pas réduits. Les iodures d'étain et de bismuth le sont avec facilité.

» Les sulfates de potassium et de sodium fondus dans un tube de verre sont réduits par le bore au rouge sombre. L'incandescence est très vive, et il se produit un sulfure alcalin. Les sulfates de calcium et de baryum sont réduits de même dans un tube de verre avec incandescence. Une partie du soufre se volatilise, et il reste un sulfure métallique.

» Bien que l'affinité du bore pour l'oxygène soit très grande, on peut cependant maintenir le bore dans un bain de nitrate alcalin en fusion à 400° sans qu'il y ait réaction. Ce n'est qu'au moment où l'oxygène commence à se dégager que l'attaque se produit.

» Avec l'azotite de potassium en fusion, la décomposition est accompagnée d'un grand dégagement de chaleur et de lumière.

» Le carbonate de soude est réduit au rouge sombre par le bore avec une vive incandescence. Pour le carbonate de potasse, la réduction se fait à une température plus élevée. Les carbonates de calcium et de baryum ne sont pas décomposés.

» Les arsénites et les arséniates sont réduits au rouge sombre avec incandescence. Il en est de même des chromates.

» Nous indiquerons aussi une action curieuse qu'exerce le bore amorphe sur un certain nombre de solutions métalliques. Le bore amorphe réduit à froid une solution de permanganate de potassium; pour peu qu'on élève la température, la décoloration est complète. Il ramène une solution

de chlorure ferrique à l'état de chlorure ferreux. Une solution d'azotate d'argent est réduite avec production de très beaux cristaux d'argent métallique. Le chlorure de palladium est réduit de même en quelques minutes à la température ordinaire; avec le chlorure de platine, la réaction commence à froid et est accélérée par une légère élévation de température.

» Enfin, si l'on projette quelques parcelles de bore dans une solution de chlorure d'or, la réduction à froid est instantanée.

» *Conclusions*. — Le bore se combine avec plus de facilité aux métalloïdes qu'aux métaux; il a une grande affinité pour le fluor, le chlore, l'oxygène et le soufre. C'est un réducteur plus énergique que le carbone et le silicium, car il déplace au rouge l'oxygène de la silice et celui de l'oxyde de carbone; il permettra vraisemblablement des réductions plus faciles que celles obtenues jusqu'ici par le charbon.

» Son action sur les oxydes métalliques facilement réductibles par le charbon est très violente; il réagit de même avec beaucoup de facilité sur un grand nombre de sels; enfin il ne se combine directement à l'azote qu'à une température très élevée. Par l'ensemble de ses propriétés, le bore se rapproche nettement du carbone. »

CHIMIE. — *Sur la préparation de l'iodure de bore*. Note de M. **Henri Moissan**.

« Dans une Note portant pour titre : « Sur les combinaisons du gaz ammoniac avec les bromures et les iodures de bore (1) », M. Besson discute la préparation de l'iodure de bore dont j'ai, le premier, indiqué l'existence (2). M. Besson, qui a eu d'ailleurs la discrétion de ne pas me nommer, s'exprime dans les termes suivants : « Quant à la réaction de l'acide iodhydrique sur le bore amorphe de Deville et Wœhler, je ferai remarquer qu'elle ne s'effectue qu'aux dépens d'une faible portion du bore actif qui s'y trouve. » Et plus loin : « On voit qu'il n'y a qu'une faible partie de bore actif qui a été attaquée par l'acide iodhydrique. »

» Je ferai remarquer, à ce sujet, qu'il m'a été impossible de donner plus de détails dans la Note que j'ai présentée à l'Académie. Je poursuis ces recherches sur le bore et ses composés, et je n'ai pu encore rédiger,

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 542.

(2) *Préparation et propriétés du triiodure de bore* (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 717).

n'ayant pas terminé cette étude, le Mémoire que je destine aux *Annales* et qui contiendra le détail de mes expériences.

» Je tiens cependant à faire remarquer aujourd'hui que j'ai étudié avec soin, et en m'appuyant sur de nombreuses analyses, l'action de l'acide iodhydrique sur le bore de Deville et Wœhler. C'est, du reste, cette étude qui m'a démontré que plus ce bore était purifié par les acides et moins il fournissait d'iodure de bore. Comme je viens de le démontrer, le bore pur n'est pas attaqué à 1200° par la vapeur d'iode et l'acide iodhydrique; il s'ensuit que les composés qui nous produisaient l'iodure de bore dans le bore de Deville et de Wœhler étaient particulièrement les borures de fer et de sodium.

» Cette explication ressortait du reste très nettement des analyses que j'ai indiquées dans une précédente Note *Sur l'action des métaux alcalins sur l'acide borique*. Ce que M. Besson désigne sous le nom de *bore actif* n'est pas du bore, mais bien le mélange de borure de fer et de borure de sodium.

» Enfin j'ajouterai que la réaction que M. Besson dit avoir signalée antérieurement (*Comptes rendus*, séance du 4 mai 1891) consiste à faire réagir le gaz acide iodhydrique sur le bromure de bore. Peut-être serait-il juste de rappeler qu'un mois auparavant (*Comptes rendus*, séance du 6 avril), j'avais indiqué qu'il était possible d'obtenir l'iodure de bore par l'action du gaz acide iodhydrique sur le chlorure de bore. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine des matières colorantes de la vigne; sur les acides ampélochroïques et la coloration automnale des végétaux;* par M. **Arm. Gautier**.

« Tous ceux qui ont observé le phénomène de la *véraison*, surtout dans le midi de l'Europe, savent que, lorsque le raisin est arrivé à son développement presque complet, il suffit de quelques jours de soleil pour que son enveloppe, verte jusque-là, se charge de matière colorante et que le fruit prenne l'aspect du raisin mûr et vermeil. La rapidité de ce phénomène m'a fait penser que le pigment qui apparaît ainsi dans l'enveloppe du grain émigre de la feuille où il existerait à l'état de composés aldéhydiques ou catéchines, pour venir se fixer et s'oxyder dans la pellicule du grain.

» Pour m'en assurer, j'ai fait d'abord les essais suivants : Sur divers pieds d'une vigne vigoureuse de cépage Carignan, placés durant la chaleur

du jour à l'ombre d'un rideau de grands ormeaux et portant chacun cinq à six ceps chargés de fruits verts, mais prêts à mûrir, j'ai complètement effeuillé la moitié de ces ceps, laissant les autres intacts, comme témoins. Dix jours après, les fruits de ces derniers avaient mûri, tandis que, sur les ceps effeuillés, le raisin s'était arrêté dans l'état de développement où il était au moment de l'effeuillage. Bien plus, quoique, par des journées chaudes et un petit vent du nord sec, les raisins des ceps effeuillés avaient été envahis par la moisissure, beaucoup de grains avaient leur pellicule ouverte ou entamée, donnant ainsi la démonstration que non seulement les feuilles sont indispensables à la maturation du raisin, mais aussi que c'est dans leur parenchyme que se produisent les principes destinés à colorer le fruit, principes qui, en émigrant tardivement dans l'enveloppe du raisin, le colorent et le protègent en même temps contre l'envahissement des organismes étrangers.

» Pour pousser plus avant cette démonstration, j'ai tenté d'arrêter dans la feuille ce chromogène inconnu qui émigre dans la pellicule du grain de raisin au moment où celui-ci, en pleine excitation vitale, s'accroît rapidement et, grâce aux phénomènes très actifs dont il est le siège, attire à lui les sucs de la feuille. J'y suis arrivé de diverses manières. Sur un cep portant des raisins verts prêts à murir, je lie fortement avec une bonne ficelle toutes les pétioles des feuilles, ou bien j'enlève à ces pétioles une bague annulaire de deux millimètres de haut qui entame l'écorce et le parenchyme libérien contenant les vaisseaux; ou bien enfin je me borne à écraser ou pincer modérément le pétiole de la feuille, mais de façon qu'elle reste érigée et continue à vivre. Lorsqu'on réussit bien cette petite opération, on voit, surtout sur les cépages riches en couleur, les feuilles ainsi traitées prendre peu à peu une teinte rouge écarlate magnifique, quelquefois seulement un ton bronzé, la couleur rouge étant dans ce cas en partie masquée par le vert de la chlorophylle qui persiste. Ainsi, d'une part, sur les ceps séparés de leurs feuilles, non seulement la couleur n'apparaît pas sur le raisin, mais encore on peut, grâce à des ligatures ou à l'écrasement partiel des vaisseaux émergents, faire que le chromogène reste dans le parenchyme foliacé, où il s'oxyde et se colore petit à petit.

» Pour compléter ma démonstration, il restait à extraire la matière colorante ainsi fixée dans la feuille, et à montrer que c'est bien celle du fruit, ou, dans le cas contraire, à chercher si ce pigment avait quelques rapports de composition et de propriétés avec celui du raisin.

» Pour extraire cette matière colorante, j'ai pris 2^{kg} de ces feuilles bien rougies de

cépage Carignan. Je me suis assuré que leur pigment se dissolvait dans l'eau tiède. Les feuilles épuisées à l'eau redeviennent d'un gris verdâtre, grâce à un peu de chlorophylle qui persiste. L'infusion aqueuse, d'un beau rouge, est traitée par l'acétate de plomb neutre tant que la couleur du précipité qui se forme reste d'un bleu franc. On sépare ce premier précipité qui entraîne partiellement les acides malique, tartrique, phosphorique, sulfurique, les albumines, etc., ainsi qu'une matière colorante dont on parlera plus loin.

» Après avoir séparé par le filtre et presque neutralisé la liqueur rouge qui était devenue très acide, on continue à la traiter par l'acétate de plomb. Il se fait un abondant précipité vert foncé qui, après lavage et dessiccation à froid dans le vide, pesait 120gr. Les liqueurs où ce précipité s'était formé ne donnaient plus qu'un précipité jaune que nous avons reconnu plus tard être dû surtout au chromogène non oxydé.

» Le précipité plombique vert olive fut placé dans une allonge, et, après simple humectation avec de l'eau traitée par l'hydrogène sulfuré, la masse s'échauffe et la matière colorante est mise en liberté. On sèche la masse à l'air à 50° et on l'épuise par de l'éther à 56° Baumé. Il enlève de l'acide tartrique, de l'acide succinique et un tanin incolore qui fait passer au vert foncé les sels ferriques. Après avoir chassé l'éther de la masse ainsi épuisée, on la reprend par de l'alcool à 95° C., qui se charge d'une belle couleur rouge. Elle reste comme résidu par évaporation du dissolvant dans le vide.

» Cette matière colorante est formée de deux substances qui jouissent des propriétés caractéristiques des tanins. L'une α est insoluble dans l'eau froide, mais se dissout dans l'eau bouillante et cristallise par refroidissement; l'autre β est soluble dans l'eau froide. A cause de leurs propriétés acides, de leur origine et de leur riche coloration, je donnerai à ces deux tanins colorés le nom d'*acides ampélochroïques*.

» *Acide α-ampélochroïque*. — Pour le séparer, on lave à l'eau froide le produit de l'évaporation de l'alcool contenant les deux pigments. Le résidu insoluble dans l'eau froide, repris par l'eau bouillante, se dépose par refroidissement sous la forme d'une poudre cristalline cochenille. L'analyse a démontré que cette matière contient un peu d'azote (0,6 à 0,7 pour 100) provenant d'une matière colorante qu'on peut partiellement en séparer au moyen de la gélatine.

» L'analyse de l'*acide α-ampélochroïque* séché à 120° dans le vide a donné les nombres suivants :

	I.	II.	Calcul pour $C^{19}H^{16}O^{10}$.
C	56,23	56,64	56,43
H	4,14	4,23	3,96
O (et 0,6 % d'azote)	39,63	39,13	39,61

» Cette matière se conduit comme un acide bibasique. Elle donne un sel de zinc vert olive et un sel acide soluble couleur rose; un sel de plomb vert foncé et un sel

acide rose vineux. $1^{gr},081$ du sel de zinc neutre bien séché dans le vide a donné : $ZnO = 0^{gr},0138$, ce qui conduit au poids moléculaire 418. Le calcul de $C^{19}H^{18}O^{10}$ conduit au nombre 406. Cette formule, ou un multiple supérieur, doit donc être adoptée.

» L'acide α-ampélochroïque de la feuille de Carignan est formée de petits cristaux tous semblables entre eux, ayant l'aspect de tables rectangulaires rouge rubis, dont les deux côtés longs sont biseautés; d'autres cristaux qui se présentent de champ au microscope ont l'aspect de fuseaux trapus. Ce pigment est assez soluble dans l'eau bouillante, soluble à froid dans l'alcool, insoluble dans l'éther. Ses solutions rougissent faiblement le papier de tournesol. Elles passent au brun verdâtre par les alcalis. L'acide ampélochroïque ne précipite ni l'eau de chaux, ni l'eau de baryte, ni les sels de ces bases. Les sels ferriques donnent avec lui un précipité vert noirâtre. L'acétate de plomb fait naître dans ses solutions un précipité vert foncé qui s'altère et noircit à 50°. Cet acide précipite en vert sale l'acétate de zinc : le sel de zinc devient bleu indigo lorsqu'on le chauffe. Ce tanin ne précipite pas le chlorure mercurique, mais bien le nitrate en brun foncé. Il donne avec le nitrate d'argent un précipité gris jaunâtre qui se forme lentement; le précipité se produit immédiatement et s'altère en présence de l'ammoniaque.

» L'acide α-ampélochroïque précipite en rose les solutions de gélatine, en brun marron l'acétate de cinchonine. Il donne aussi peu à peu un trouble rouge brun avec l'émétique, après que la liqueur a viré au violet.

» En un mot, cet acide possède toutes les propriétés d'un tanin. En même temps, il répond aux caractères généraux des corps polyphénoliques : il s'oxyde rapidement à l'air en présence des alcalis et précipite en jaune orangé, puis en jaune, par l'eau de brome.

» *Acide β-ampélochroïque.* — On le sépare par l'eau froide du précédent comme il a été dit. Par évaporation lente de ses solutions, il se dépose sous forme de cristaux couleur cochenille. Il donne avec l'eau une solution rose légèrement acide au tournesol, faiblement astringente au goût, qui coagule la gélatine même à chaud et précipite en vert l'acétate de cinchonine. Il précipite aussi l'émétique en violet, l'acétate de zinc en vert foncé, le nitrate mercurique en rose sale. Il donne un précipité brun jaune avec l'acétate de cuivre; marron, seulement à chaud avec le nitrate d'argent. La potasse fait virer ses solutions au vert jaune dichroïque. Même en solution étendue, cet acide colore en violet noirâtre les sels ferriques, puis les précipite en brun. Il se conduit donc de tous points comme un tanin.

» L'acide β-ampélochroïque a donné, après dessiccation soigneuse dans le vide à 110°, les nombres suivants :

			Calculé pour	
	I.	II.	$C^{17}H^{16}O^{10}$.	$C^{26}H^{24}O^{15}$.
C	53,89	53,96	53,69	54,16
H	4,34	4,29	4,21	4,17
O (avec 5 °/₀ d'Az.)	41,77	»	42,10	41,67

» Pour décider entre les deux formules très rapprochées, $C^{17}H^{16}O^{10}$ et $C^{26}H^{24}O^{15}$, j'ai essayé de prendre le poids moléculaire de ce tanin par son sel de zinc neutre. Pour

$0^{gr},1030$ de ce sel parfaitement sec, j'ai obtenu $ZnO = 0^{gr},0129$, ce qui porte à 585 le poids moléculaire de la substance. Le calcul de $C^{26}H^{24}O^{15}$ conduit au poids 576. C'est donc cette dernière formule qui paraît devoir être adoptée.

» *Acide γ-ampélochroïque.* — Le précipité plombique bleu, qui se forme d'abord dans la solution aqueuse des feuilles rouges de la vigne traitées par l'acétate de plomb, est mis en suspension dans l'eau et traité à refus par H^2S. Après avoir *partiellement* saturé par la baryte, on évapore liqueur et précipité dans le vide, on reprend le résidu sec par l'éther, qui dissout divers acides (succinique, tartrique, tannique, etc.), puis par l'alcool à 95°, qui enlève la nouvelle matière colorante.

» L'acide γ-ampélochroïque est un acide faible très soluble dans l'eau, à peine azoté, qui cristallise par lente évaporation dans le vide, en octaèdres aigus irréguliers. Sa poudre est brun rouge.

» C'est un tanin coloré, astringent au goût, précipitant la gélatine en rose et l'acétate de cinchonine en violet. Après dessiccation complète dans le vide à 110°, il a donné à l'analyse les nombres suivants :

		Calculé pour $C^{17}H^{18}O^{10}$.
C..................	53,38	53,40
H..................	4,61	4,71
O..................	42,01	41,89

» Cette substance répond donc à la formule $C^{17}H^{18}O^{10}$. Elle contient généralement un peu moins de 1 pour 100 de cendres, formées de phosphate de chaux et d'une trace de fer.

» Les précipités roses que donne cette substance avec la gélatine et avec les cinchonines se décolorent et se dissolvent à chaud.

» Le nitrate de mercure forme dans ses dissolutions un précipité bleu-gris verdâtre; l'acétate de cuivre un précipité vert; le sous-acétate de plomb vert olive; les sels ferriques violet noir, puis brun. Le nitrate d'argent ne précipite pas ces solutions. L'eau de brome y forme un dépôt jaune orange, puis jaune, caractéristique des phénols. La potasse étendue fait virer les solutions rouges de cette substance au vert olive, puis, par un excès, au jaune dichroïque verdâtre, en les oxydant à l'air.

» Il apparaît donc dans la feuille de la vigne (cépage Carignan en particulier) trois tanins colorés et phénoliques, cristallisables, lorsqu'à l'époque de la véraison on empêche les sucs foliacés de se rendre au fruit. Mais même à l'état naturel, dans les cépages très riches en couleur, comme le teinturier, le Petit-Bouschet, les chromogènes de ces tanins restent en partie dans la feuille et la colorent, à l'automne, en s'oxydant.

» Dans le cépage de Carignan, que nous avons surtout étudié, ces tanins colorants, analogues de propriétés, sont liés entre eux par des rela-

tions évidentes de composition :

$C^{19}H^{16}O^{10}$,	$C^{17}H^{16}O^{10}$ ou $C^{26}H^{24}O^{15}$,	$C^{17}H^{18}O^{10}$.
Acide α-ampélochroïque. (Matière colorante principale.)	Acide β-ampélochroïque.	Acide γ-ampélochroïque.

» Ces trois substances dérivent, ainsi que je l'établirai plus tard, des catéchines ou chromogènes que contient la feuille, catéchines qui sont elles-mêmes les aldéhydes correspondant à ces acides tanniques colorés.

» Mais, s'il y a analogie de propriétés et d'origine entre ces substances colorantes ainsi produites dans la feuille et celles du fruit du même cépage, il n'y a pas identité de composition. Si nous comparons, en effet, les deux substances principales, celle de la feuille $C^{19}H^{16}O^{10}$ et celle du fruit $C^{21}H^{20}O^{10}$, nous voyons que leurs formules diffèrent par C^2H^4. A leur tour, les deux pigments secondaires, celle de la feuille ($C^{17}H^{18}O^{10}$) et du fruit ($C^{22}H^{24}O^{10}$) diffèrent par C^5H^6. Les matières colorantes qui se correspondent de la feuille et du fruit sont donc homologues ou isologues, mais non identiques entre elles. Il suit de là qu'au moment de la véraison les chromogènes de la feuille ne se bornent pas à émigrer vers la pellicule du grain de raisin pour s'y oxyder et s'y transformer en matières colorantes du fruit; mais, arrivés dans l'enveloppe du raisin, ces chromogènes s'unissent à de nouveaux radicaux carbonés qui, sans modifier leurs caractères généraux et leur constitution intime, les transforment cependant en isologues ou homologues supérieurs, lesquels, en s'oxydant enfin, donnent définitivement les vraies matières colorantes définitives du raisin et du vin.

» On sait qu'en automne les feuilles des végétaux se parent souvent de couleurs vives et variées. Ce phénomène est surtout sensible chez les plantes à fruits colorés. J'ai longtemps pensé que ce coloris des feuilles automnales était dû non à une substance unique dérivée de la chlorophylle, l'*érythrophylle* des auteurs, mais aux phlobaphènes dont dérivent les pigments des fruits, phlobaphènes ou catéchines qui, lorsqu'ils sont trop abondants, ne peuvent totalement émigrer de la feuille et s'y colorent en s'oxydant peu à peu. Il n'en est pas tout à fait ainsi, du moins pour la vigne, ainsi qu'on vient de le voir. Les pigments des feuilles d'automne ont généralement les caractères généraux de ceux des fruits correspondants et répondent à une constitution chimique analogue, mais ils en

diffèrent sensiblement. Ils sont plus simples de composition, plus facilement cristallisables, plus solubles. En se mélangeant dans la feuille au pigment chlorophyllien qui tend à jaunir et à disparaître, ils produisent cette variété de coloris qui jette sur la végétation automnale cette palette multicolore qui en fait le charme.

» A plus forte raison, les couleurs des feuilles d'automne ne doivent pas être attribuées, comme on le fait quelquefois, aux altérations successives de leur chlorophylle, ou à une substance unique, l'*érythrophylle*, qui dériverait de cette dernière. D'une part, en effet, la chlorophylle est azotée et la plupart des pigments colorés des feuilles et des fruits ne le sont pas. D'autre part, la chlorophylle est insoluble dans l'eau tandis que l'érythrophylle, ou plutôt les matières colorantes confondues sous ce nom, sont solubles dans ce dissolvant et bien moins complexes chimiquement que la chlorophylle; enfin cette dernière substance, lorsqu'elle est pure, abandonnée à l'air et à la lumière, jaunit et se décolore peu à peu sans jamais fournir cette gamme de couleurs variées qui devient, avant la chute des feuilles, la parure changeante de nos jardins et de nos forêts. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Expériences sur les réflexes vasculaires;* par M. **L. Ranvier**.

« J'ai injecté une goutte d'essence de moutarde dans le sac lymphatique sous-cutané de la jambe d'une grenouille; il s'est produit une congestion intense de la patte correspondante, tandis que l'autre patte abdominale s'est anémiée. En examinant au microscope la membrane interdigitale de celle-ci, j'ai constaté que les artérioles y étaient contractées et que la circulation capillaire y était arrêtée, sauf dans quelques branches conduisant directement le sang des artères dans les veines. J'ai répété cette expérience; elle m'a toujours donné les mêmes résultats, et constamment aussi il est survenu, au bout de quelques minutes, dans la patte injectée d'essence de moutarde, une raideur musculaire très prononcée et une paralysie complète du sciatique dont je ne parlerai pas davantage aujourd'hui, parce que cela m'écarterait de mon sujet.

» J'ai fait ensuite, sur le lapin, deux expériences qui conduisent à l'interprétation des faits observés dans l'expérience précédente.

» J'ai choisi deux lapins vigoureux, bien portants, albinos. En regardant leurs oreilles à contre-jour, on y voyait la contraction et la dilatation

alternatives des artères, phénomène découvert par M. M. Schiff et qui est connu sous le nom de *rythme artériel*.

» L'examen de coupes d'ensemble de l'oreille du lapin m'avait appris que l'artère médiane est appliquée à la surface externe ou dorsale du cartilage auriculaire et que de nombreux filets nerveux accompagnent cette artère. En pressant fortement, avec l'ongle, l'artère contre le cartilage de l'oreille, je pensai arriver à paralyser les nerfs par écrasement, sans arrêter le cours du sang. Il devait se produire ainsi une paralysie vasculaire analogue à celle que l'on détermine par la section du sympathique au cou (expérience de Cl. Bernard).

» Chez un des lapins, j'ai pratiqué l'écrasement de l'artère de l'oreille gauche à une faible distance de sa base. Immédiatement après, cette oreille s'est congestionnée dans toute son étendue, et la congestion a été au moins aussi forte que celle que l'on provoque par la section du sympathique. En même temps, le rythme artériel y a disparu. Il a disparu également de l'oreille droite à laquelle on n'avait cependant pas touché. Au lieu d'être congestionnée, celle-ci était anémiée et les artères y étaient en contraction persistante.

» Chez l'autre lapin, j'ai comprimé par le même procédé l'artère auriculaire gauche, non plus à la base de l'oreille, mais vers son milieu. Au-dessus du point comprimé, l'artère a été paralysée, et elle est demeurée dilatée; le rythme y a disparu. Tout au contraire, il a persisté dans la portion de l'artère située au-dessous du point comprimé; il s'y montrait nettement et avec des contractions et des relâchements alternatifs aussi marqués qu'avant l'opération. Comme dans l'expérience précédente, le rythme a été supprimé dans l'oreille droite à laquelle on n'avait pas touché; les artères y étaient contractées.

» La contraction des artères d'une oreille, lorsque l'on pince les nerfs de l'oreille du côté opposé, est un phénomène réflexe. Ce phénomène indique qu'il y a dans l'oreille gauche, par exemple, des nerfs sensitifs qui forment un circuit réflexe avec les nerfs moteurs de l'oreille droite. Cela est évident et rentre dans les phénomènes connus; mais que l'excitation des nerfs sensitifs vasculaires d'une oreille ne détermine pas de réflexes dans la même oreille, comme le montre notre dernière expérience, c'est là à coup sûr ce que l'on n'aurait pas soupçonné [1].

---

[1] Les choses ne se passent pas toujours exactement comme dans les expériences qui sont relatées dans cette Note. Il peut se faire, par exemple, qu'à la suite de la

» Je laisse à ceux qui font de la pratique médicale le soin d'utiliser les résultats de ces expériences. Je serais heureux s'ils pouvaient les conduire à une application rationnelle des révulsifs. »

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Note pour servir à l'histoire des associations morbides. — Coexistence de la rétention stercorale avec les maladies générales et les lésions des grands viscères, les reins en particulier;* par M. VERNEUIL.

« Assurément chacun sait qu'un sujet peut présenter simultanément plusieurs lésions, affections ou maladies, siégeant sur des organes, appareils ou systèmes distincts, n'affectant entre elles aucun rapport étiologique et de nature d'ailleurs tout à fait différente; lorsque, par exemple, on voit coexister une lésion physique, chimique ou mécanique, avec une intoxication, une maladie microbienne avec une dystrophie, un néoplasme avec une dyscrasie résultant du mauvais fonctionnement d'un organe important, etc.

» Bien qu'on les observe très souvent en pratique, les *associations morbides* n'ont pas encore d'histoire générale. Un grand nombre d'entre elles ne sont même ni décrites ni signalées dans les traités classiques. Leur connaissance approfondie serait pourtant d'autant plus nécessaire que les états pathologiques parfois très complexes qu'elles engendrent embarrassent fort le praticien, au triple point de vue du diagnostic, du pronostic ou du traitement.

» Depuis longtemps, mes élèves et moi, nous avons entamé ce chapitre, sans avoir pu, par malheur, l'achever; si donc j'y reviens, c'est surtout dans l'espoir de stimuler le zèle de nouveaux travailleurs [1].

---

section du sympathique d'un côté, les contractions rythmiques des artères ne soient pas arrêtées dans l'oreille du côté opposé. Le même phénomène peut être observé dans le cas où, au lieu de couper le sympathique au cou, on écrase les filets nerveux qui accompagnent l'artère auriculaire. Cela tient, sans doute, à ce que les fibres nerveuses du système vasomoteur ne suivent pas toujours le même trajet. J'ai montré, il y a longtemps, dans mes leçons publiées sur la terminaison des nerfs organiques, que si les quatre cœurs lymphatiques de la grenouille sont le plus souvent arrêtés à la suite de la destruction de la moelle épinière, il arrive aussi qu'un ou deux de ces cœurs continuent de battre après la destruction complète de l'axe nerveux cérébro-spinal.

[1] VERNEUIL, *Blessures chez les alcoolo-diabétiques* (*Gazette hebd.*, p. 644;

» Pour montrer combien sont fécondes les études de cet ordre, j'invoquerai les résultats généralement acceptés, je crois, que m'ont fournis de longues et patientes recherches sur l'association du traumatisme et d'autres maladies antérieures, contemporaines ou surajoutées.

» Or, je veux aujourd'hui affirmer que ce qui est vrai pour les blessures l'est également pour tout autre état morbide non traumatique, accidentellement réuni à diverses maladies de localisation, causes et nature différentes, et montrer que toute étude faite dans cette direction mettra au jour des notions utiles.

» Je prendrai pour exemple la rétention des matières stercorales : gaz et fèces, état grave et fréquent dont, bien entendu, je ne ferai point ici la description et me contenterai de rappeler les traits principaux.

» Cette rétention reconnaît des causes multiples, au premier rang desquelles il faut placer les obstructions intestinales par rétrécissement ou compression et l'étranglement herniaire. La diversité des causes, à son tour, crée un certain nombre de variétés ou formes distinctes qui ont, sans doute, pour attributs communs la menace constante et la réalisation trop fréquente d'une microbiose des plus redoutables [1], mais qui présentent aussi des symptômes propres et une marche typique, de façon qu'une fois le diagnostic étiologique porté, on peut d'ordinaire prévoir la terminaison, formuler le pronostic et instituer le traitement rationnel.

» Pour faire comprendre cette différence des formes, je rappellerai que, si l'étranglement herniaire et le rétrécissement cancéreux du rectum amènent également une rétention stercorale allant jusqu'à la mort, ils accomplissent d'une toute autre manière leur œuvre de destruction.

» S'il est vrai que chaque forme de rétention présente d'ordinaire mêmes symptômes et pareille évolution, le contraire a lieu trop souvent; alors le clinicien observe tant d'exceptions aux règles et d'anomalies dans la marche,

---

1877). — *Divers cas d'affections chirurgicales chez les sujets paludo-diabétiques* (*Bull. Acad. de Méd.*, p. 1461; 1881).

Des hybrides syphilitiques (*Mém. de Chir.*, t. V, p. 666). — *Hybridité syphilo-paludique* (*ibid.*, p. 675). — *Tuberculose et arthritisme ou hybridité tuberculo-arthritique* (in *Études expér. et clin. sur la tuberculose*, t. II, fasc. 2, p. 347).

Influence des diathèses tuberculeuse, goutteuse ou autre sur la syphilis (*Congrès de Londres*; 1881).

Ramonat, *La syphilis chez les scrofuleux* (Thèse de doct., Paris; 1883).

Ozenne, *Du cancer chez les syphilitiques* (Thèse de doct., Paris; 1884).

tant de symptômes insolites, d'incidents imprévus, d'accidents singuliers, de catastrophes inexplicables, qu'il en arrive vite au doute en théorie et sinon au scepticisme absolu, au moins à l'indécision en pratique; et il en sera certainement ainsi tant qu'on n'aura pas indiqué nettement les causes de toute cette hétérodoxie.

» Pour ma part, j'ai cherché longtemps ces causes et, peu à peu, suis parvenu, je crois, à les pénétrer, en partant, du reste, d'une notion très simple et de facile constatation; à savoir, que la rétention stercorale atteint deux genres de patients, les uns jusqu'alors sains en apparence et en réalité, les autres en puissance de *propathies* (maladies antérieures) diverses. Le mal, dans le premier cas, est simple ou *monopathique;* compliqué ou *polypathique* dans le second.

» Guidé par cette donnée, j'ai reconnu sans peine que les rétentions monopathiques sont précisément celles qui offrent la fixité dans les symptômes et la régularité dans l'évolution, tandis que les rétentions compliquées montrent à chaque instant des exceptions et des bizarreries, en un mot une véritable anarchie.

» De là, deux préceptes utilisables en pratique : 1° une rétention stercorale étant donnée, sa cause anatomique découverte et sa variété déterminée, prendre tous les renseignements relatifs à la santé antérieure du sujet, puis explorer ses organes, appareils et systèmes, pour constater, s'il y a lieu et le plus tôt possible, la coexistence d'autres états morbides; 2° une rétention étant reconnue, enregistrer un à un ses symptômes et surveiller pas à pas sa marche; la considérer comme simple si tout se passe d'une façon orthodoxe et la tenir au contraire pour sûrement polypathique, à la moindre singularité notable, au moindre phénomène paradoxal; dans ce dernier cas, faire ou refaire l'enquête organique jusqu'à ce qu'on ait découvert les facteurs de la perturbation, ce qui souvent n'est pas trop malaisé, la nature des accidents mettant sur la voie et faisant soupçonner les lésions et maladies méconnues.

» S'il existe plusieurs formes de rétention stercorale simple, les variétés de la rétention polypathique sont encore bien plus nombreuses, puisqu'on en compte une de plus chaque fois qu'un état morbide bien défini s'associe à la rétention, — éventualité d'autant plus réalisable que les obstructions intestinales sont très communes et qu'elles surviennent souvent chez des sujets d'un certain âge, ayant chance, par cela même, de présenter soit quelque tare organique, soit quelque dyscrasie, intoxication ou infection. Pour ma part, dans le cours des vingt dernières années, j'ai certainement

observé une douzaine de ces associations; les unes trop exceptionnellement, il est vrai, pour que j'en puisse donner même une esquisse, les autres assez fréquemment, au contraire, pour qu'il me soit permis d'en exposer les symptômes, d'en porter le diagnostic et d'en prévoir l'issue ([1]).

» Voici la liste de ces dernières :

» Rétention stercorale chez les alcooliques, les diabétiques, les sujets atteints de cancers abdominaux, de lésions anciennes du foie, du péritoine, du poumon, des reins et même de plusieurs de ces états morbides à la fois.

» Je signalerai enfin une variété commune, plus compliquée que les autres et qui intéresse particulièrement le chirurgien : je parle de celle dans laquelle, à la rétention et à sa complication, vient s'adjoindre comme troisième associé le traumatisme chirurgical, c'est-à-dire une opération destinée à rétablir le cours des matières.

» Ne pouvant indiquer, même sommairement, tout ce que je sais sur ce sujet, je renverrai aux sources bibliographiques, où le lecteur pourra se renseigner ([2]); mais je veux, néanmoins, mettre en relief les deux principaux caractères qui différencient les rétentions associées des rétentions simples, à savoir : la *complexité des symptômes* et l'*aggravation du pronostic*.

» La complexité des symptômes se comprend sans peine, puisque l'on trouve réunis ceux de la rétention stercorale, ceux de la lésion qui amène cette rétention et enfin ceux de l'état morbide associé. Soit, par exemple, une rétention par étranglement herniaire chez un vieil emphysémateux; on notera simultanément les coliques, le ballonnement du ventre, les vomissements, comme contingent de la rétention; les lésions locales de la hernie et les troubles nerveux imputables à la constriction de l'intestin; enfin les accidents pulmonaires si communs en pareil cas, savoir : l'œdème, la congestion, la splénisation, l'apoplexie du poumon, la broncho-pneumonie ou la pneumonie.

» L'aggravation du pronostic est également incontestable et explicable, car les chances mauvaises ont notablement augmenté. En effet, la mort peut survenir d'abord, comme conséquence de la rétention, par perfora-

---

([1]) *Septicémie intestinale,* de Humbert, 1873. *Septicémie péritonéo-intestinale* de Verchère, 1888. *Infection herniaire,* de Verneuil, Nepveu et Clado, de 1861 à 1889.

([2]) Voir *Bulletin médical,* numéro du 23 mars 1892.

tion intestinale, péritonite infectieuse herniaire lente, etc.; puis, par suite de la marche suraiguë et de l'essor inusité que prend la maladie antérieure. L'expérience démontre même, sans que l'interprétation du fait soit encore donnée, que, dans un grand nombre de cas, c'est de cette propathie que vient le maximum du danger. Tel est le cas de cet alcoolique affecté d'étranglement, et qui mourut de *delirium tremens*, trente-six heures après l'issue de la hernie, alors que les lésions de l'intestin et du péritoine étaient encore peu avancées, et de cet autre patient, convalescent d'une affection cardio-pulmonaire chronique dont la hernie fut facilement réduite par le taxis et qui, sans accidents abdominaux graves, succomba néanmoins à une asphyxie lente dix heures à peine après la rentrée de l'intestin ([1]).

» C'est dans l'association de la rétention stercorale avec les *anciennes lésions rénales* qu'on trouve la démonstration la plus éclatante de l'aggravation du pronostic et de la part prépondérante que prend la maladie antérieure dans la terminaison funeste, si commune en pareil cas.

» Dès 1869, j'avais recueilli des observations d'étranglement herniaire brusquement terminé par la mort avec un ensemble de symptômes graves : algidité, hypothermie, cyanose, dyspnée, anurie, etc., que Malgaigne avait jadis décrit sous le nom de *choléra herniaire* et présentant, à l'autopsie, des altérations pulmonaires plus ou moins profondes, en même temps que des lésions chroniques du foie et des reins. Pendant longtemps, j'avais mis presque exclusivement l'algidité sur le compte des complications pulmonaires; mais, en 1881, mieux informé, je modifiai mes opinions et rattachai très nettement le choléra herniaire à l'urémie ([2]).

» Ce que j'ai vu depuis plaide pour mon hypothèse, de sorte qu'aujourd'hui je pose sans hésitation les conclusions suivantes :

» 1° La rétention stercorale survenant chez des sujets atteints d'anciennes affections rénales offre une extrême gravité.

» 2° La mort survient, en général, très vite sans grands désordres du côté de l'intestin ni du péritoine, mais par suite de l'aggravation soudaine de la néphropathie et avec le cortège des symptômes et accidents qui caractérisent les différentes formes de l'urémie.

» Tout récemment, cet automne dernier, à quinze jours à peine d'intervalle, j'ai revu deux cas de ce genre, si remarquables et si concluants, qu'ils m'ont paru dignes de vous être communiqués.

([1]) *Société de Chirurgie*, 1874, p. 548.
([2]) Voir thèse de Mullois et *Société de Chirurgie;* 1881.

» *Premier cas.* — Une femme de 49 ans, de belle santé apparente, entre dans mon service pour des accidents abdominaux graves, partant d'une grosse hernie ombilicale irréductible depuis longtemps, mais qui, jusqu'alors, n'avait occasionné que de la constipation et quelques coliques. Le 6 novembre, après de grands efforts, les signes de l'étranglement herniaire apparaissent et s'aggravent sans cesse jusqu'au 9 au soir, ce qui décide la patiente à entrer à l'hôpital.

» M. Clado, mon distingué chef de clinique, constate l'absence de toute évacuation alvine, les vomissements, l'algidité, l'hyperthermie (température à 35°) et l'extrême prostration. Un symptôme le frappe surtout; la malade n'a pas uriné depuis vingt-quatre heures. Dans ces conditions, il s'abstient de toute opération et s'occupe seulement de relever les forces.

» Le lendemain matin, l'état s'est un peu amélioré, mais l'anurie persiste; on extrait seulement, à l'aide du cathétérisme, 9^{cc} à 10^{cc} d'urine que l'analyse chimique montre riche en glycose et en albumine. La malade était donc diabétique et albuminurique. Elle ne put nous donner aucun renseignement sur l'origine, le début ni la marche de ces affections.

» Je l'examinai longuement à 10^h du matin et portai un pronostic très sérieux, mais sans prévoir une issue rapide, et me contentai de combattre les symptômes d'algidité.

» Une heure après la température s'abaisse de plus en plus et le coma survint. A 4^h du soir la malade était morte.

» A l'autopsie, lésions anciennes telles qu'on les rencontre dans les grosses hernies ombilicales irréductibles; il y avait sans doute un étranglement, mais qui ne menaçait pas encore l'existence; absence de péritonite. Congestion pulmonaire double peu avancée.

» L'état des reins était particulièrement intéressant. A gauche, l'organe avait pour ainsi dire disparu, réduit à une petite masse fibreuse ratatinée, ne comptant plus au point de vue fonctionnel.

» A droite, la glande très volumineuse offrait tous les caractères du gros rein blanc.

» *Deuxième cas.* — Femme de 75 ans, pâle, faible, maigre, d'apparence cachectique; la rétention stercorale complète, précédée de constipation habituelle, remontait à douze jours. Elle avait pour cause non point un étranglement, mais la compression du rectum par une tumeur volumineuse remplissant de longue date le petit bassin.

» Tourmentée par des coliques incessantes, la malade, qui jouissait de toute son intelligence, réclamait du soulagement et accepta, avec empressement, une opération d'ailleurs sans gravité d'ordinaire, c'est-à-dire l'établissement d'un anus artificiel. La miction était aussi pénible que la défécation. Je sondai la malade et ne pus extraire qu'une faible quantité d'urine trouble et légèrement albumineuse. Il y avait donc oligurie et vraisemblablement rein sénile. Je pratiquai la colotomie en quelques minutes et sans le moindre incident. Mais, comme chez la précédente, la malade fatiguée par l'intervention s'endormit dans l'après-midi; bientôt à ce sommeil succéda insensiblement le coma, puis l'hypothermie, l'algidité et la cyanose.

» Malgré ce que nous pûmes faire, cet état se continua pendant deux jours. La mort survint sans souffrance et sans accident du côté du ventre et du côté de la plaie opératoire. Les urines extraites par la sonde étaient de moins en moins abondantes, les régions rénales étaient devenues douloureuses au toucher.

» A l'autopsie, accumulation considérable de fèces dans tout le gros intestin, sans lésion ni du péritoine, ni de l'iléon. Effacement complet du rectum au niveau de sa partie supérieure par une grosse tumeur fibro-kystique de la matrice.

» Les deux reins sont réduits de moitié, lobulés et ratatinés; la substance corticale ayant à peine quelques millimètres d'épaisseur est parsemée de kystes; type du rein sénile ([1]).

» Bien que l'association que je viens de décrire soit à la fois grave et assez fréquente, elle a été, autant que j'en puis juger par mes lectures, complètement méconnue par les spécialistes en urologie. »

STATISTIQUE. — *Superficie et population : les États d'Europe.* Note de M. **Émile Levasseur**, de l'Académie des Sciences morales et politiques.

« L'Ouvrage le plus considérable et celui qui jouit légitimement de la plus grande autorité, sur la superficie et la population des États de l'Europe et des autres parties du monde, est *Die Bevölkerung der Erde*, qui paraît comme supplément des *Mittheilungen von Dr Petermans;* la première édition a été publiée en 1872, la huitième (rédigée par MM. Wagner et Supan) en août 1891. A côté de cet Ouvrage spécial se placent l'*Almanach de Gotha*, qui est édité comme les *Mittheilungen* par l'Institut géographique de J. Perthes et le *Statesman's Yearbook*, publications annuelles qui sont trop connues et trop appréciées du public pour qu'il soit nécessaire d'en faire l'éloge; ils donnent, dans l'article consacré à chaque État, la superficie et la population. Les *Geographisch-Statistische Tabellen*, dont M. Otto Hubner a été le créateur et que continue M. Juraschek, donnent aussi chaque année la superficie et la population des États, ainsi que l'*Annuaire de l'économie politique et de la statistique* de M. Maurice Block.

» En 1886 et 1887, nous avons publié, dans le *Bulletin de l'Institut international de statistique* (1886-1887), un travail sur *La superficie et la population des contrées de la Terre*, dont les chiffres ont été établis (pour les États de l'Europe) avec le concours des directeurs de statistique de chaque État; nous donnons, en outre, un résumé dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* et des Tableaux plus détaillés dans notre *Précis de la Géographie de l'Europe*.

([1]) Ces observations seront publiées, dans tous leurs détails, ainsi que les indications bibliographiques annoncées p. 634, dans le *Bulletin médical* du 23 mars.

» Les chiffres insérés pour la même année dans ces divers documents ne concordent pas toujours parfaitement. Les différences indiquent-elles nécessairement une erreur? Non. Sans doute, il n'y a qu'un chiffre vrai pour la superficie et pour la population d'un pays à un moment donné; mais, quand on ne le connaît pas avec précision, on peut souvent en donner deux approximations aussi vraisemblables l'une que l'autre, quoique n'étant pas identiques. Le Tableau suivant, que nous extrayons du troisième volume de *La population française,* n'est donc pas une critique des chiffres fournis par les autres publications : il est un élément de plus pour la connaissance de la matière.

» Le public s'imagine volontiers que la superficie et la population sont deux notions numériques qu'il est facile aux gouvernements de déterminer avec une parfaite précision et que chacun n'a qu'à prendre, avec une confiance absolue, dans le document officiel. Les écrivains eux-mêmes, pour la plupart, agissent comme pense le public : souvent il arrive que les nombres insérés dans leurs ouvrages ne concordent que parce qu'ils sont copiés les uns sur les autres.

» Nous faisons précéder le Tableau de quelques remarques générales sur la superficie et sur la population.

» 1° Dans plusieurs États, le chiffre officiel de la superficie est tiré du cadastre; or, le cadastre ne comprend pas partout (notamment en France) la totalité du territoire avec les terres et les eaux intérieures, avec les anses et les estuaires des fleuves; les géographes eux-mêmes ne sont pas unanimes sur les parties d'eau qui doivent figurer dans la superficie d'un pays. Dans d'autres États, la superficie officielle ou semi-officielle a été mesurée sur des cartes topographiques à grande échelle; mais le résultat peut varier suivant l'échelle de la carte et suivant l'habileté de l'opérateur. Quelques États se sont même contentés d'adopter des mesures prises par des particuliers, notamment par le général Strelbitsky et par l'Institut géographique de Gotha. Aussi, d'une année à l'autre, les meilleurs ouvrages donnent-ils parfois des évaluations différentes du même pays. Pour ne prendre qu'un exemple et le prendre dans un des pays d'Europe où ce genre d'étude est le plus pratiqué et dans un ouvrage qui fait autorité, voici quelle est la superficie de l'Empire allemand dans la série des publications de la *Bevölkerung der Erde :* en 1872, 540 302^{kmq}; en 1874, 540 612; en 1876, 540 631; en 1878, 539 829; en 1880, 540 477; en 1882, 540 518; en 1891, 540 419; le général Strelbitsky a donné 540 800^{kmq}. Les différences sont peu considérables. Elles le sont davantage

pour la France (voir *La France et ses colonies,* par M. E. Levasseur, t. I, p. 2), pour l'Italie, pour l'Angleterre, etc. (voir en outre, dans la *Statistique de la superficie et de la population des contrees de la Terre*, p. 9, des différences qui s'élèvent à plusieurs millions de kilomètres carrés pour la République argentine).

» 2° La population d'un pays est connue par les recensements et, entre les recensements, par le calcul de l'excédent des naissances sur les décès; très peu de pays possèdent des renseignements statistiques qui leur permettent de tenir compte de l'émigration et de l'immigration. Les résultats des recensements ne sont pas d'une exactitude irréprochable; néanmoins ils sont, sauf quelques exceptions, préférables à tout autre mode d'évaluation et ils sont, en général, adoptés par les statisticiens et les géographes. Mais tous les États d'Europe ne font pas régulièrement le recensement de leur population; la Turquie n'en a jamais fait. Plusieurs ne les renouvellent qu'à dix ans d'intervalle : autant de causes d'erreur ou de divergence dans l'évaluation de la population totale de l'Europe. On n'obtiendrait pas un résultat satisfaisant en additionnant les chiffres de tous les recensements, à cause de la diversité des époques auxquelles ils ont eu lieu.

» C'est pourquoi, pour pouvoir additionner les populations, nous les avons toutes ramenées, par le calcul et à l'aide du taux d'accroissement actuel, au chiffre probable de la fin de l'année 1890.

» 3° En troisième lieu, nous avons à indiquer la raison de l'ordre que nous avons adopté pour le groupement des États. Dans tout groupement, il y a nécessairement quelque chose d'arbitraire, et l'auteur prête toujours à la critique. Celui dont nous nous servons depuis plus de vingt ans dans nos *Précis de Géographie* et que nous conserverons ici est, malgré les imperfections que nous lui connaissons, simple et partant plus conforme à la situation géographique que ceux que nous trouvons dans divers auteurs. Pour ne citer qu'un exemple que nous tirons précisément d'un ouvrage très autorisé, nous le préférons à celui de *Die Bevölkerung der Erde* qui place la Belgique dans l'Europe centrale, la Suède dans le groupe du nord-ouest et la France dans celui du sud-ouest.

ÉTATS ET COLONIES.	SUPERFICIE (en milliers de kilomètres carrés).	POPULATION (en millions d'habitants à la fin de l'année 1890).	DENSITÉ (nombre d'habitants par kilom. carré).
Europe occidentale :			
Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande avec les îles Anglo-normandes (1)............	314,6	37,9	120
Pays-Bas (2)................................	33,0	4,6	139
Belgique (3)................................	29,6	6,1	206
Grand-duché de Luxembourg................	2,6	0,2	76
France (4)................................	536,5	38,3	72
Monaco....................................	0,02	0,01	»
Europe occidentale......................	916,32	87,11	95
Europe centrale :			
Empire allemand (5)........................	540,6	49,4	91
(Prusse)..................................	(348,3)	(29,9)	»
Suisse (6)................................	41,3	2,9	70
Liechtenstein..............................	0,16	0,009	60
Autriche-Hongrie (sans la Bosnie et l'Herzégovine)..................................	625,5	41,3	66
Europe centrale..........................	1207,56	93,609	77
Europe méridionale :			
Andorre....................................	0,4	0,006	13
Portugal (8)................................	89,3	4,5	50
Espagne (9)................................	497,1	17,2	34
Gibraltar (à l'Angleterre)....................	0,005	0,02	40
Italie (10)................................	286,6	30,2	105
Saint-Marin................................	0,06	»	»
Malte (à l'Angleterre)......................	0,3	0,2	»
Grèce (11)................................	65,1	2,2	33
Turquie (12)................................	168,5	5,2?	31
Bosnie, Herzégovine et Novi-Bazar (administrées par l'Autriche)........................	58,4	1,5	25
Bulgarie (avec la Roumélie orientale) (13).....	96,6	3,1	33
Serbie (14)................................	48,1	2,1	43
Monténégro................................	9,1	0,2	22
Roumanie (15)..............................	131,0	5,4	41
Europe méridionale......................	1450,565	71,826	50
Europe orientale :			
Empire russe (16)..........................	5477,0	98,0	18
Europe septentrionale :			
Suède (17)................................	442,8	4,8	11
Norvège (18)..............................	325,3	2,0	6
Danemark (19)..............................	144,4	2,3	16
Spitzberg et autres îles boréales (Jan Mayen, île aux Ours, etc.)........................	70,5	0,0	»
Europe septentrionale....................	983,0	9,1	9
TOTAUX POUR L'EUROPE............	10034,445	359,645	35,8

Notes explicatives du Tableau.

(1) Royaume-Uni. — Cette superficie comprend les eaux intérieures; c'est celle que, d'après le census de l'Angleterre, les éditeurs de la *Bevölkerung der Erde* ont adoptée et qui est à peu près conforme à celle du général Strelbitsky (314,2). Celle de 312,931 a été donnée par M. Ogle, Registrar general de l'Angleterre, d'après l'*Ordnance Survey*, et se trouve dans la *Statistique de la superficie et de la population des contrées de la Terre*. Le chiffre de la population, calculé par le general Registrar, pour l'année 1890, était d'environ 38,6 millions; celui de 37,9 est le résultat provisoire du recensement de 1891; le calcul donnait ainsi une population supérieure de plus d'un demi-million à la population réelle.

(2) Pays-Bas. — La superficie des Pays-Bas, d'après les nouvelles mesures cadastrales (1889), est de 32 538^{kmq},3, et, avec les fleuves et lacs (461^{kmq},6), de 32 999^{kmq},9. Le recensement du 31 décembre 1889 porte 4 511 415 habitants.

(3) Belgique. — Le cadastre belge donne une superficie de 29 457^{kmq}; mais les cours d'eau, qui n'y sont pas compris, ont une superficie d'environ 192^{kmq}. Le dernier recensement (5 520 009 habitants) date de 1880; 6,1 est la population calculée pour 1890.

(4) France. — La superficie de la France, telle qu'elle est donnée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, est de 528 400^{kmq}; mais cette superficie, calculée d'après le cadastre, ne comprend pas certaines parties absolument incultes du territoire, et est inférieure à la superficie mesurée sur la carte au 320 000e par le général Strelbitsky (533 milliers de kilomètres carrés) et sur la carte au 80 000e par le Service géographique de l'armée (536 milliers et demi). Nous donnons provisoirement la superficie calculée par le Service géographique de l'armée. Pour les évaluations de la superficie de la France, voir *La France et ses colonies*, par E. Levasseur, t. I, p. 2. Le recensement de 1891 porte 38 343 150 habitants (population domiciliée).

(5) Empire allemand. — *Die Bevölkerung der Erde*, VIII, donne (p. 1) 540 418^{kmq}, sans les baies intérieures et la partie allemande du lac de Constance, 540 419^{kmq} dans le tableau d'ensemble (p. xi). Nous préférons le chiffre officiel 540 597^{kmq} (sans Helgoland) donné par le *Statistisches Yahrbuch für Deutsches Reich* (1891). Le recensement du 1er décembre 1890 porte 49 424 135 habitants.

(6) Suisse. — La superficie était officiellement de 41 347^{kmq} avec la partie suisse des lacs de Genève et de Constance; l'*Annuaire statistique de la Suisse* (1891) la porte à 41 390^{kmq}. Le recensement du 18 décembre 1888 a donné 2 933 334 habitants.

(7) Autriche-Hongrie. — La superficie officielle, d'après le cadastre, était pour l'Autriche de 300 024^{kmq}; celle du pays de la couronne de Saint-Étienne, de 325 338^{kmq}; total : 625 362^{kmq}. Une mesure planimétrique prise sur la carte au 75 000e par M. Penck a donné 625 557^{kmq}. Les résultats provisoires du recensement du 31 décembre 1890 portent 23 835 261 habitants pour l'Autriche et 17 449 705 habitants pour la Hongrie; total : 41 289 966 habitants. Avec la Bosnie, l'Herzégovine et la partie annexée du sandjak de Novi-Bazar (58 460^{kmq} et 1 489 091 habitants), la superficie totale de la monarchie austro-hongroise est de 683 978^{kmq} et la population de 42 774 057 âmes.

(8) Portugal. — Dans le *Bulletin de l'Institut international de statistique* (1886-

1887), nous avions donné pour la superficie du Portugal (sans Madère et les Açores) 88 869^{kmq}, d'après le conseiller Madeira Pinto. Le général Strelbitsky a trouvé 89,1. Une nouvelle mesure officielle, insérée dans l'*Annuario Estadistico* du Portugal (1884) donne 89 372^{kmq}. La population calculée pour 1881 était de 4 306 554 habitants en Europe (c'est-à-dire sans Madère et les Açores); nous l'évaluons à 4,5 pour l'année 1890.

(9) ESPAGNE. — 497 244^{kmq} est la mesure officielle calculée par l'Institut géographique et statistique d'Espagne; cette superficie est inférieure d'environ 3000^{kmq} à la superficie calculée par le général Strelbitsky. Le recensement de 1887 porte 17 257 432 habitants pour l'Espagne (avec les Baléares et sans les Canaries).

(10) ITALIE. — L'Institut géographique militaire d'Italie a calculé que la superficie de l'Italie était de 286 588^{kmq}; ce nombre a remplacé l'ancienne évaluation officielle (296 323^{kmq}). Le général Strelbitsky avait trouvé 288 540^{kmq}. La Direction générale de la statistique du royaume d'Italie a calculé, d'après les naissances, les décès et l'émigration, que la population était de 30 158 000 habitants à la fin de l'année 1890.

(11) GRÈCE. — La superficie de la Grèce, d'après les documents officiels, a été de 63 581^{kmq}, puis de 65 662^{kmq}. Nous préférons 65 119^{kmq} (64 689^{kmq} sans les petites îles côtières dépendant des nomes continentaux), mesures du général Strelbitsky. Le résultat provisoire du recensement de 1889 est de 2 217 000 habitants.

(12) TURQUIE. — On ne connaît exactement ni la superficie, ni la population de la Turquie. Nous acceptons pour la superficie le chiffre de 168 533^{kmq}, calculé par l'Institut géographique de Gotha (*Die Bevölkerung der Erde,* VIII) et inférieur à celui que nous avions donné (174 139^{kmq}) dans la *Superficie et population des contrées de la Terre.* Dans ce travail, nous avions évalué la population à 4 137 000 habitants. M. Cuinet (*La Turquie d'Asie*) l'évalue à 4 798 685. *Die Bevölkerung der Erde,* VIII, porte 5 600 000. Nous croyons cette dernière évaluation un peu trop forte, et nous nous contentons de mettre 5,2.

(13) BULGARIE. — Nous avions donné dans le *Bulletin de l'Institut international de statistique* 97 872^{kmq} pour la Bulgarie et Roumélie orientale; nous acceptons la nouvelle mesure planimétrique de M. Trognitz (*Die Bevölkerung der Erde,* VIII) qui est de 96 660^{kmq}. Le recensement du 1er janvier 1888 porte 3 154 375 habitants.

(14) SERBIE. — Nous adoptons pour la Serbie le nouveau calcul planimétrique de M. Trognitz : 48 100^{kmq}. Le résultat provisoire du recensement du 31 décembre 1890 est de 2 157 477 habitants.

(15) ROUMANIE. — Le chiffre de 5 400 000 est une évaluation hypothétique donnée à défaut de renseignements précis. Il paraît que, d'un calcul fait en Roumanie, il résulte que la population (Dobroudja non comprise) s'élevait à 5 331 000 habitants en 1888. Cependant M. Djuvara, pendant la session de l'Institut international de statistique à Vienne, a fait savoir qu'un recensement commencé en 1889 (il n'y en avait pas eu depuis 1859) donnait 5 044 000 habitants sur une superficie totale de 129 547^{kmq}.

(16) RUSSIE. — Dans la *Superficie et population des contrées de la Terre,* nous avons donné pour la superficie de l'Empire russe en Europe 5 477 089^{kmq}. *Die Bevölkerung der Erde,* VIII, donne dans le Tableau général (p. XII), 5 337 784^{kmq}; mais les auteurs ne comprennent pas dans ce total la Novaïa Zemlia (91 070^{kmq} d'après la *Superficie...;* 91 814^{kmq} d'après *Die Bevölkerung der Erde,* VIII), et ils prennent pour limite sud-est de l'Europe la dépression Ponto-caspique. Le général Strelbitsky, qui

prend, comme nous, pour limites de l'Europe la crête de l'Oural et la crête du Caucase, donne, dans la nouvelle édition (1889) de son travail, 5515057^{kmq} avec la mer d'Azov dont la superficie est de 37605^{kmq}; soit 5477452^{kmq} sans cette mer; c'est ce dernier chiffre que nous adoptons. En 1885, la population de ce territoire était évaluée à 92947000 habitants. Nous l'évaluons pour 1890 à 98 millions.

(17) Suède. — La superficie officielle de la Suède est de 442818^{kmq}. D'après le général Strelbitsky elle serait de 450574^{kmq}. D'après les registres de population, le nombre des habitants de la Suède au 31 décembre 1889 était de 4477400.

(18) Norvège. — L'ancienne superficie officielle était de 318195^{kmq}. Le général Strelbitsky a trouvé 325422^{kmq}; une nouvelle mesure officielle a donné 325285^{kmq} : c'est le chiffre que nous adoptons. La population était officiellement évaluée à 1990000 habitants pour décembre 1888.

(19) Danemark. — Nous avions calculé que la superficie du Danemark (avec les Færoër et l'Islande) était de 142464^{kmq}. La *Bevölkerung der Erde* l'évalue à 144397; nous adoptons ce dernier chiffre. Le résultat provisoire du recensement de 1890 donne 2172205 habitants; en outre 82200 environ pour les Færoër et l'Islande; total 2254405.

M. A. **d'Abbadie** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : « La fluctuation des latitudes terrestres; lettre à M. Radau. » (Extrait du *Bulletin astronomique*, mars 1892.)

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *d'Andrade Corvo*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Hellriegel obtient. . . . . 44 suffrages.
M. Winogradsky obtient . . . . 3 »

M. **Hellriegel**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de

l'Instruction publique et des Beaux-Arts, pour la chaire de Physique appliquée à l'Histoire naturelle, actuellement vacante au Muséum.

Au premier tour de scrutin, destiné au choix du premier candidat, le nombre des votants étant 45,

M. Henri Becquerel obtient. . . . . . 39 suffrages,
M. Foussereau » . . . . 2 »

Il y a quatre bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné au choix du second candidat, le nombre des votants étant 44,

M. Foussereau obtient. . . . . 41 suffrages.

Il y a trois bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne . . . . M. **Henri Becquerel.**
En seconde ligne. . . . . M. **Foussereau.**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de 1892.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Janssen (*Astronomie physique*). — MM. Janssen, Faye, Lœwy, Tisserand, Wolf réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Cornu.

Prix Montyon (*Statistique*). — MM. Haton de la Goupillière, Larrey, Bertrand, Favé, de Jonquières réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Lévy et Picard.

Prix Jecker (*Chimie organique*). — Commission permanente composée des Membres de la Section de Chimie : MM. Fremy, Friedel, Troost, Schützenberger, Gautier, Moissan.

Prix Vaillant. — MM. Des Cloizeaux, Fouqué, Mallard, Daubrée, Fizeau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cornu et Mascart.

Prix Barbier (*Botanique*). — MM. Chatin, Van Tieghem, Duchartre, Bornet, Bouchard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Verneuil et Trécul.

Prix Desmazières. — MM. Van Tieghem, Bornet, Trécul, Chatin, Duchartre réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Duclaux et Milne-Edwards.

RAPPORTS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur un Mémoire présenté par M.* Blondlot *et relatif à la propagation des oscillations hertziennes.*

(Commissaires : MM. Fizeau, H. Becquerel, Poincaré rapporteur.)

« Le Mémoire dont nous avons l'honneur de rendre compte à l'Académie contient un grand nombre de résultats importants relatifs aux oscillations hertziennes.

» Dans les recherches si nombreuses qui ont eu pour point de départ la découverte de Hertz, on a souvent fait usage d'une formule due à Sir W. Thomson, et d'après laquelle la période d'une décharge oscillante est égale, au facteur constant près 2π, à la moyenne proportionnelle entre la capacité du condensateur et la self-induction du fil qui en relie les armatures. Cette formule, déduite de considérations théoriques, n'avait pas encore reçu, d'une façon suffisante, la confirmation de l'expérience. Les vérifications qu'on en avait faites ne portaient que sur des oscillations beaucoup plus lentes, et l'on pouvait se demander s'il était encore légitime de l'appliquer à des oscillations dont la période est de moins d'un cent-millionième de seconde. L'expérience de M. Lecher, d'ailleurs unique et très indirecte, avait soulevé diverses objections. Le travail de M. Blondlot comble cette lacune.

» On sait que M. Hertz, dans ses premières expériences, s'est servi d'un appareil formé de trois parties essentielles, un excitateur, un système de deux longs fils métalliques et un résonateur. M. Blondlot a introduit, dans chacune de ces trois parties, d'importantes modifications destinées, soit à renforcer les effets obtenus, soit à faciliter la mesure de la capacité et

de la self-induction du résonateur. L'excitateur est formé d'un condensateur dont les armatures sont réunies par un fil circulaire portant un interrupteur à étincelles. On peut ainsi, en rapprochant les armatures du condensateur, en faire varier la capacité et obtenir une résonance plus parfaite. L'excitation est transmise aux longs fils conducteurs, non par induction électrostatique, comme dans les expériences de Hertz, mais par induction électrodynamique; ces fils conducteurs forment, en effet, un circuit fermé dont une partie est rapprochée du fil circulaire de l'excitateur.

» Les modifications apportées au résonateur méritent plus d'attention encore, puisque nous savons, depuis les expériences de MM. Sarasin et de la Rive, que c'est uniquement du résonateur que dépend la longueur d'onde observée. Avec les résonateurs employés jusqu'ici il était impossible de vérifier la formule de Thomson. Les capacités extrêmes étant très faibles, la demi-longueur d'onde devait être, dans tous les cas, un peu plus grande que la longueur du fil, puisque si ces capacités étaient nulles on devrait avoir un nœud à chaque bout. La mesure de la longueur d'onde ne pouvait donc rien nous apprendre sur la légitimité de l'emploi de cette formule.

» Les résonateurs de M. Blondlot se composent d'un condensateur de grande capacité dont les armatures sont réunies par un fil relativement court. Grâce à cette disposition, on n'a pas à s'inquiéter des courants de déplacement qui sont presque exclusivement localisés dans l'épaisseur excessivement faible de la lame isolante.

» La longueur d'onde se mesure directement; il en est de même de la capacité du résonateur que l'on peut déterminer expérimentalement par la méthode classique de Maxwell. La self-induction ne peut, au contraire, être connue que par le calcul; ce qui est légitime si l'on admet, d'une part, que les formules de Neumann sont encore applicables à des courants d'alternance aussi rapide et, d'autre part, que les courants parcourent le fil tout entier. Cette dernière condition n'est certainement pas remplie avec les résonateurs ordinaires; il est permis d'espérer qu'elle l'est d'une façon suffisante avec les nouveaux appareils, dont les capacités extrêmes sont considérables.

» M. Blondlot, ayant fait varier la capacité et la self-induction dans la proportion de 1 à 4, a reconnu :

» 1° Que la longueur d'onde est proportionnelle à la racine carrée de la capacité, ce qui vérifie la première loi de Sir W. Thomson;

» 2° Que cette longueur d'onde est proportionnelle à la racine carrée du coefficient de self-induction calculé comme nous venons de le dire;

tout se passe donc comme si la seconde loi de Sir W. Thomson était vraie, et si ce procédé de calcul était légitime.

» Il resterait, pour achever de vérifier la formule, à mesurer le coefficient numérique qui y entre et qui doit être égal à 2π; mais on n'a aucun moyen de le faire. On pourrait peut-être l'essayer pour des oscillations de quelques millièmes de seconde, et il y a là de quoi tenter les chercheurs, mais on aurait encore le droit de se demander si le coefficient ne varie pas quand la période devient un million de fois plus courte.

» Il n'en est pas moins intéressant de voir quels résultats on obtient quand on donne à ce coefficient la valeur que lui attribue la théorie de Sir W. Thomson, dont quelques conséquences viennent de recevoir, comme nous l'avons vu, une confirmation expérimentale. On peut calculer alors la vitesse de l'induction électrodynamique; en appliquant ce mode de calcul à ses expériences, M. Blondlot a trouvé des nombres suffisamment concordants et voisins de la vitesse de la lumière.

» D'autres expériences du savant physicien de Nancy méritent également d'attirer l'attention; elles nous renseignent, en effet, sur la véritable nature des oscillations hertziennes et semblent confirmer la manière de voir qui tend à prévaloir depuis les travaux de MM. Sarasin et de la Rive.

» M. Blondlot a étudié, avec la collaboration de M. Dufour, l'influence que peut avoir l'introduction dans le circuit des longs fils d'une boucle et, par conséquent, d'une dissymétrie. Si les nœuds et les ventres préexistaient dans les fils et étaient seulement révélés par le résonateur, comme on le croyait il y a quelques années, la présence de la boucle les déplacerait certainement.

» Il n'en est rien, la position des nœuds et des ventres n'est pas altérée, mais quand on fait varier la longueur de la boucle, on constate que l'intensité des ventres varie périodiquement et présente une série de maxima et de minima. Les choses se passent donc comme si deux perturbations de très courte durée partant de l'excitateur par les deux fils se propageaient le long de ces fils et communiquaient au résonateur, en passant et repassant près de lui, un certain nombre d'impulsions qui le mettraient en vibration et dont les effets pourraient s'ajouter ou se retrancher selon que l'intervalle de temps qui les sépare est un multiple pair ou impair de la moitié d'une période propre du résonateur.

» Un autre fait mis en évidence par les recherches de M. Blondlot est l'affaiblissement progressif de ces perturbations, à mesure qu'elles se propagent le long des fils.

» Tels sont les résultats de ce travail; les uns peuvent être regardés comme définitivement acquis, les autres restent hypothétiques dans une certaine mesure, puisqu'ils reposent en partie sur des considérations théoriques qui ne sont pas encore complètement vérifiées; mais, en tout cas, leur ensemble constitue un des plus importants progrès qui aient été réalisés dans cette branche de la science depuis les expériences de MM. Sarasin et de la Rive. La sagacité avec laquelle l'auteur a choisi les *experimenta crucis*, l'ingéniosité des dispositions expérimentales qu'il a adoptées, le tact qui lui a permis de prévoir et d'éviter les erreurs, nous paraissent également dignes d'éloges, et nous sommes d'avis qu'il y a lieu de remercier M. Blondlot de ses Communications et de le féliciter d'avoir jeté quelque lumière sur une des questions les plus importantes de la philosophie naturelle. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Escary** adresse une Note faisant suite à sa Communication sur les équations différentielles du mouvement du système planétaire, et intitulée : « Intégrales des aires et des forces vives ».

(Renvoi à l'examen de M. Tisserand.)

M. **Maurice Meunier** adresse un Mémoire « Sur un projet de moteur électrique et son application dans la construction d'un chemin de fer hydro-électrique. »

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Marcel Deprez.)

M. **Paul Ribard** adresse un « Essai d'explication d'une des causes du magnétisme terrestre ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. **Jové** adresse un résumé de ses observations sur les courants telluriques au Poste central des télégraphes.

(Commissaires : MM. Mascart, Marcel Deprez.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale à l'Académie une « Carte des Travaux astronomiques, géodésiques et topographiques, exécutés, avant 1890, en Russie d'Europe; par M. *Venukoff* ». Cette carte indique également la distribution des points où ont eu lieu les observations du pendule. (Présenté par M. A. Cornu.)

M. **Lœwy** présente à l'Académie une épreuve fort intéressante, sur papier, de la nébuleuse d'Orion, obtenue à l'Observatoire de Toulouse par M. *Montangerand*, les 24, 25, 26 février 1892 (durée de pose, cinq heures).

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète a 1892 (Swift), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Présenté par M. Lœwy.

« Cette comète, découverte par M. Swift à l'Observatoire Warner (Rochester, État de New-York), le 6 mars 1892, était alors trop australe (— 31°) pour être observée à Paris. Observée au Cap de Bonne-Espérance le 8 mars, elle était indiquée comme visible à l'œil nu. Actuellement elle ne peut être observée ici qu'à une très faible hauteur au-dessus de l'horizon, car le crépuscule du matin l'efface quand elle atteint 10° de hauteur; d'ailleurs la Lune éclaire fortement. Aussi, malgré qu'elle ait atteint à peu près son maximum d'éclat, je n'ai pu l'apercevoir à l'œil nu, mais elle est visible dans une jumelle. C'est une nébulosité brillante, de 2′ de diamètre, sans queue, avec noyau assez stellaire et dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de 8e-9e grandeur.

» Les observations suivantes, faites ainsi très près de l'horizon, ne peuvent avoir toute la précision que comportent l'aspect et l'éclat de la comète.

Dates 1892.		Étoile de comparaison.	Grandeur.	Comète — Étoile. ΔR.	Comète — Étoile. ΔD.
				m s	′ ″
Mars. 17........	a	5574 BD — 21°	8,2	—0.22,27	— 9. 3,2
17........	a	Id.	8,2	—0.20,76	— 8.45,8
17........	a	Id.	8,2	—0.19,57	— 8.25,7
18........	b	5588 BD — 21	8,0	—0.49,23	+10.27,6
18........	b	Id.	8,0	—0.47,00	+11.29,2
19........	c	5706 BD — 19	7,0	—2.18,77	—10.45,0
19........	c	Id.	7,0	—2.15,49	—10. 4,2
19........	d	5714 BD — 19	7,8	—3.25,67	— 5.39,0
19........	d	Id.	7,8	—3.22,64	— 4.56,9
20........	e	5721 BD — 19	7,0	—0. 1,22	+ 7.31,1
20........	e	Id.	7,0	+0. 1,86	+ 8.15,3
20........	e	Id.	7,0	+0. 3,55	+ 8.37,3
20........	e	Id.	7,0	+0. 4,76	+ 8.54,5

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 17.	a	19.49. 9,30	—0,73	—21.47.20,6	—7,7	Arg. OE$_2$ Weiss (15778)
18.	b	19.54. 2,54	—0,72	—21. 9. 3,1	—7,8	Bonn B VI
19.	c	19.59.57,57	—0,72	—19.47.52,4	—8,2	Cord. Cat. (27515)
19.	d	20. 1. 4,70	—0,73	—19.52.55,9	—8,2	Arg. OE$_2$ Weiss (15918)
20.	e	20. 1.58,60	—0,70	—19. 6.58,4	—8,3	Cord. Cat. (27554)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Mars 17...	16.57.49	19.48.46,30	$\bar{1},483_n$	—21.56.31,5	0,884	4.4
17...	17. 5.52	19.48.47,81	$\bar{1},468_n$	—21.56.14,1	0,887	4.4
17...	17.13. 4	19.48.49,00	$\bar{1},454_n$	—21.55.54,0	0,890	2.2
18...	16.50.38	19.53.12,59	$\bar{1},494_n$	—20.58.40,3	0,880	4.4
18...	17. 2.39	19.53.14,82	$\bar{1},472_n$	—20.57.38,7	0,884	4.4
19...	16.52. 2	19.57.38,08	$\bar{1},490_n$	—19.58.45,6	0,879	9.12
19...	17. 9.29	19.57.41,36	$\bar{1},458_n$	—19.58. 4,8	0,885	9.12
19...	16.52. 2	19.57.38,30	$\bar{1},490_n$	—19.58.43,1	0,879	9.12
19...	17. 9.29	19.57.41,33	$\bar{1},458_n$	—19.58. 1,0	0,885	9.12
20...	16.30.20	20. 1.56,68	$\bar{1},521_n$	—18.59.35,6	0,869	4.4
20...	16.47.41	20. 1.59,76	$\bar{1},495_n$	—18.58.51,4	0,875	4.4
20...	16.56.45	20. 2. 1,45	$\bar{1},480_n$	—18.58.29,4	0,879	4.4
20...	17. 3.42	20. 2. 2,66	$\bar{1},467_n$	—18.58.12,2	0,881	4.4

» *Remarque.* — Dans les observations du 19 mars, la comète a été rapportée par passages aux étoiles de comparaison; dans toutes les autres, les mesures ont été faites par angle de position et distance. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète c 1892, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*, par M. G. BIGOURDAN. Présenté par M. Lœwy.

« Cette comète, trouvée par M. Denning, à Bristol, le 18 mars 1892, est circompolaire, mais n'est observable que vers son passage inférieur au méridien, à une faible hauteur. Vue dans ces conditions, c'est une faible nébulosité sans queue, de 25″ à 30″ de diamètre, plus brillante vers le centre, sans noyau nettement apparent. Son éclat est au plus égal à celui des étoiles de la 13e grandeur.

Dates 1892.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Comète — Étoile. ΔR.	Comète — Étoile. ΔD.
			m s	′ ″
Mars 19.....	*a* 2586 BD + 59	9,0	−0.26,81	+5.27,9
19.....	*a* »	9,0	−0.11,85	+5.56,7
20.....	*b* 2607 BD + 59	7,3	−0. 9,24	+4.53,1
20.....	*b* »	7,3	−0. 7,86	+4.55,2
20.....	*b* »	7,3	−0. 6,41	+4.57,3

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.	Étoiles.	Ascension droite moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Mars 19..	*a*	22.47.23,59	−3,11	+59°.12′.34″,7	−11″,9	A.G.Hels-Gotha.
20..	*b*	22.52.32,78	−3,13	+59.23. 2,9	−11,6	Rad. I (5896)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	Nombre de compar.
	h m s	h m s				
Mars 19...	10.57.21	22.46.53,67	$\bar{3}$,832	+59°.17′.50″,7	0,925	6.6
19...	11.55.26	22.47. 8,63	$\bar{1}$,295$_n$	+59.18.19,6	0,916	6.6
20...	8.28.19	22.52.20,41	$\bar{1}$,666	+59.27.44,4	0,868	4.4
20...	8.33.42	22.52.21,79	$\bar{1}$,652	+59.27.46,5	0,872	4.4
20...	8.39.57	22.52.23,24	$\bar{1}$,635	+59.27.48,6	0,876	4.4

» *Remarque.* — Le 20 mars, j'ai cherché la comète périodique de Win-

necke (*b* 1892), retrouvée à Vienne le 18 mars, mais je n'ai pu l'apercevoir, du moins d'une manière certaine.

» L'observation de Vienne donne pour l'éphéméride de M. Haerdtl les corrections suivantes, qui sont remarquablement faibles :

En ascension droite..... $-2^s,1$ En déclinaison........... $-0'7''$

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (1892, *mars* 6), *faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux*. Note de M. **G. Rayet**, présentée par M. Lœwy.

Comète Swift.

Dates 1892.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Mars 17....	16.50.41,3	19.48.46,78	$-\bar{1},531$	111.56.24,4	−0,868	*a*	G. Rayet
19.....	16.34.18,3	19.57.37,05	$-\bar{1},552$	109.58.49,6	−0,857	*b*	G. Rayet

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1892,0.

Étoiles.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a....	Argelander-Œltzen (2e édit.), n° 15712	19.43.57,26	−0,71	111.54.48,4	+7,58
b....	Argelander-Œltzen (2e édit.), n° 15839	19.54.13,12	−0,68	110. 9. 4,5	+8,00

» La comète est très brillante, avec un noyau de 6e ou 7e grandeur; elle est encore visible dans le champ de l'instrument à $5^h 30^m$ du matin. »

ASTRONOMIE. — *Sur la périodicité commune aux taches solaires et aux aurores boréales*. Extrait d'une Lettre de M. **Terby** à M. Faye.

« Louvain, le 6 mars 1892.

» Je demande à l'Académie la permission de revendiquer la priorité, au sujet d'une question soulevée par la dernière aurore boréale et sa coïncidence avec la présence d'une très grande tache solaire. Divers savants, parmi lesquels je citerai MM. Veeder en Amérique, Marchand en France, n'hésitent plus à admettre que certaines taches solaires, ou en général certaines régions troublées de la surface solaire, en arrivant, par l'effet de la

rotation de l'astre, en un point déterminé du disque visible, sont capables de provoquer sur Terre les perturbations magnétiques et les aurores boréales; ils en sont arrivés à conclure que le *retour* des mêmes accidents solaires, dans les mêmes régions, par l'effet de la rotation, est capable d'entraîner la reproduction d'un phénomène semblable à la surface de la Terre; il y aurait donc une périodicité des phénomènes magnétiques et des aurores boréales, en rapport avec la durée de la rotation synodique solaire.

» Je demande la permission de rappeler que ces idées ne sont que la confirmation complète de celles que j'ai émises en 1883, dans un Mémoire inséré dans les *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, tome VI, n° 7, 1883, et intitulé : « Sur l'existence et sur la cause d'une périodicité mensuelle des aurores boréales ». Ce travai lest basé sur l'étude de la surface solaire dans les photographies obtenuesà Kew de 1869 à 1871, et sur celle de l'ordre de succession des belles aurores boréales qui se sont montrées à cette époque, ordinairement à un mois à peu près d'intervalle, aurores boréales que j'ai observées moi-même, pour la plupart, à Louvain. Comme M. Marchand, j'émets l'avis que le phénomène terrestre coïncide avec le passage et *souvent avec le retour* de l'accident solaire au méridien central du Soleil. *Il sera donc bien intéressant de constater s'il ne se produit pas de nouvelle aurore boréale vers le* 12 *mars, après le beau phénomène du* 14 *février dernier.* »

PHYSIQUE. — *Sur les tensions des vapeurs saturées des différents liquides à la même pression.* Note de M. **Edmond Colot**, présentée par M. L. Cailletet.

« Loi. — *Entre les températures t et θ des vapeurs saturees de deux liquides quelconques qui correspondent à une même pression (températures correspondantes ou isobares) il existe une relation linéaire*

$$t = A\theta + B,$$

où A *et* B *sont deux constantes dont les valeurs dépendent de la nature des liquides considérés* (1).

(1) J'ai énoncé cette loi dans un pli cacheté que j'ai eu l'honneur de remettre à l'Académie le 8 mars 1881.

» Le Tableau suivant, extrait d'un travail plus étendu que j'ai l'intention de publier prochainement, permettra de faire de nombreuses vérifications de l'exactitude absolue de cette loi pour certains liquides (mercure et eau; éther sulfurique et acétone) et de la très grande approximation qu'elle donne pour tous les autres. En général, les erreurs ne dépassent pas celles qui peuvent résulter de l'imperfection des observations et elles leur sont souvent inférieures.

Valeurs, pour vingt couples de liquides, des constantes A *et* B *et de la plus grande erreur commise en appliquant la formule* $t = A\theta + B$ *entre les limites de pression indiquées.*

	t. θ.	A.	B.	Limite de la pression.	Erreur maximum.
				atm atm	°
1.	Eau et mercure	0,51663	— 84,610	1 à 10	0,05
2.	» esprit de bois	1,07850	+ 27,847	»	0,16
3.	» alcool	1,09635	+ 14,404	»	0,25
4.	» ammoniaque	1,39140	+145,350	»	0,39
5.	» acide sulfureux	1,18890	+112,376	»	0,40
6.	» chlorure de carbone	0,79961	+ 39,225	1 à 7	0,42
7.	» éther sulfurique	0,94908	+ 67,347	1 à 10	0,53
8.	» acétone	0,91415	+ 49,061	»	0,54
9.	» éther bromhydrique	0,90973	+ 65,673	»	0,58
10.	» sulfure de carbone	0,85513	+ 61,106	»	0,66
11.	» chloroforme	0,87137	+ 48,271	»	0,71
12.	Éther sulfurique et acétone	0,96250	— 19,179	»	0,08
13.	Éther chlorhydrique et sulfure de carbone	0,864	— 27,384	»	0,16
14.	Acétone et chloroforme	0,952	— 0,801	»	0,23
15.	Chloroforme et sulfure de carbone	0,98340	+ 14,576	»	0,12
16.	Acide sulfureux et cyanogène	1,0372	— 13,55	1 à 6	0,52
17.	Oxygène et eau	0,5932	—282,20	22 à 27	0,29
18.	Éther sulfurique et eau	0,9288	+ 70,16	6 à 37	0,12
19.	Protoxyde d'azote et eau	0,78	—191,84	20 à 84	0,67
20.	Acide carbonique et eau	0,674	—163,570	34 à 71	0,17

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un condensateur étalon* (¹). Note de M. **H. Abraham**, présentée par M. Lippmann.

« En vue d'effectuer une nouvelle détermination de v, j'ai établi un condensateur à lame d'air dont la capacité, voisine de 500 unités C.G.S.

(¹) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

électrostatiques, peut être calculée avec une précision atteignant le dix-millième.

» C'est un condensateur à plateaux, avec anneau de garde. Il est placé au sein de l'atmosphère desséchée d'une enceinte métallique reliée au sol. Les surfaces conductrices sont constituées par l'argenture de deux dalles circulaires en glace de Saint-Gobain, épaisses de $2^{cm},3$, d'un diamètre de 35^{cm}. Toute la surface de ces dalles, tant leurs faces supérieure et inférieure que les bords, sont argentées, en sorte que le verre sert uniquement de support rigide à la couche d'argent. Les faces utiles ont été, avant l'argenture, travaillées en verres d'optique de manière à en faire des plans où un bon sphéromètre n'a pu déceler aucun défaut atteignant le micron.

» L'un des plateaux conducteurs sert d'armature inductrice et repose, par l'intermédiaire de coussins de drap, sur des supports en paraffine. L'argenture de l'autre disque devant se décomposer en un plateau collecteur et un système de garde, on y a creusé, avec le burin d'acier d'une machine à diviser les cercles, un sillon circulaire d'environ 22^{cm} de diamètre, mettant le verre à nu. Le trait obtenu a $0^{mm},1$ de large et ses bords sont nets sans bavures; on a ainsi isolé le plateau collecteur du reste de l'argenture qui forme une sorte de boîte conductrice tout autour de lui : c'est le système de garde. Cette même dalle est percée, en son centre, d'un trou de $2^{mm},5$ de diamètre un peu évasé en cône vers la face travaillée. L'argenture a pénétré dans ce cône, et un obturateur en argent qui le ferme exactement est soudé à un fil qui, passant à travers la dalle, met le collecteur en communication avec l'appareil de mesure. La perturbation que cause ce contact métallique ne peut porter que sur le $\frac{1}{5000}$ de la surface et sur une très petite fraction de l'épaisseur; c'est assez dire qu'elle devra être négligée.

» Tout ce système, collecteur et boîte de garde, est séparé du plateau inducteur par trois rondelles de quartz travaillées ensemble de manière à avoir même épaisseur; on les a placées d'ailleurs sous l'anneau de garde, afin qu'elles n'influent pas sur la charge du collecteur.

» L'isolement par ces plaques de quartz, contrôlé à l'électroscope, a été trouvé excellent. Par contre, le ruban circulaire de verre qui isole le collecteur du système de garde présente une certaine conductibilité; mais cette conductibilité, mise en dérivation sur celle d'un mégohm, ne l'a pas augmentée de $\frac{1}{80000}$; la résistance d'isolement est donc supérieure à 80 mil-

liards d'ohms : c'est plus qu'il n'en fallait pour les mesures que j'ai entreprises.

» Avec la largeur adoptée pour l'anneau de garde, $6^{cm},5$, la correction relative à l'influence de ses bords extérieurs tombe au-dessous du $\frac{1}{50000}$, même pour une distance des plateaux égale à 1^{cm} : on n'en tient pas compte. De même, la largeur du sillon isolant étant environ la $\frac{1}{2500}$ partie du diamètre du cercle collecteur, on a une approximation très largement suffisante (de l'ordre du millionième) en mesurant, au lieu du rayon de ce cercle, ce même rayon augmenté de la demi-largeur du ruban isolant.

» Les dimensions linéaires du condensateur ont été mesurées exclusivement avec une machine à diviser étalonnée [1] : le pas de vis est connu en chaque point au $\frac{1}{50000}$.

» Pas de difficulté particulière pour la mesure du diamètre du collecteur. La surface a été trouvée rigoureusement circulaire, son diamètre étant de $21^{cm},8190$ à moins de $\frac{1^{mm}}{200}$, ce qui fait connaître la surface au $\frac{1}{20000}$ de sa valeur.

» Afin de pouvoir mesurer avec la machine à diviser l'écartement des plateaux, j'ai placé, vis-à-vis de leur intervalle, un micromètre sur verre préalablement étudié. L'argenture des disques constitue deux miroirs parallèles et l'on peut observer, par des réflexions successives, jusqu'à 20 images du micromètre. Il suffit d'en mesurer les distances. Pour cela, les rayons lumineux recueillis par une lentille achromatique sont renvoyés par deux prismes à réflexion totale le long de la machine à diviser, où ils donnent des images réelles du micromètre : on les examine avec un microscope à réticule porté par le chariot, et l'on n'a à mesurer que la petite différence entre les traits extrêmes du micromètre et les faces des plateaux. Ce procédé optique a l'avantage de faire la mesure de la distance, l'appareil étant monté : j'ai constaté que cette distance varie de quelques microns à chaque démontage, en sorte qu'il serait illusoire de la confondre avec l'épaisseur des rondelles de quartz. En outre, on tient compte ainsi d'une flexion possible des dalles de verre, et la distance que l'on

---

(1) Je tiens à adresser ici mes vifs remercîments à M. Benoît, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, qui a bien voulu mettre à ma disposition le mètre normal du Bureau et a même eu l'obligeance de me prêter son précieux concours pour l'étalonnement de la machine.

mesure est celle des surfaces optiques moyennes des armatures, qu'il y a tout lieu de croire identiques à leurs surfaces électriques moyennes.

» L'épaisseur de la lame d'air est ainsi déterminée avec la précision même des pointés au microscope, c'est-à-dire au micron : l'erreur possible sur cette épaisseur et, par suite, sur la capacité, ne paraît donc pas devoir dépasser $\frac{1}{10000}$ lorsque la distance des plateaux est de 1^{cm}. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes électro-capillaires.* Note de M. GOUY.

« Une Note récente de M. Berget [1] m'engage à donner quelques détails complétaires sur mes expériences, relatives aux phénomènes électro-capillaires avec le mercure pur et divers électrolytes [2].

» Je m'étais occupé déjà de montrer, par une expérience simple, les différences qui existent, en général, entre les effets des diverses solutions. L'appareil est formé de deux tubes capillaires verticaux T_1 et T_2, de même diamètre, communiquant d'une part avec un gros tube vertical contenant du mercure, et d'autre part avec deux vases A_1 et A_2 contenant des solutions L_1 (potasse à $\frac{1}{10}$) et L_2 (même solution, avec $\frac{1}{100}$ de KI). Ces deux vases communiquent par une mèche de coton ou un siphon capillaire [3], qui, par hypothèse, égalise les potentiels des deux électrolytes. Enfin le vase A_1 communique de même avec un vase A_3, contenant la même solution L_1 et un large mercure M, dépolarisé au moyen d'un peu d'oxyde de mercure.

» On réunit par un fil métallique le mercure M avec celui du gros tube, et l'on constate que les niveaux sont fort différents en T_1 et en T_2, la dépression en T_1 étant de 51^{mm}, et en T_2 de 29^{mm}. On peut varier l'expérience, en intercalant sur le conducteur une force électromotrice variable; on constate ainsi que les fortes polarisations négatives égalisent les dépressions, tandis que les polarisations faibles les rendent différentes, conformément à mes mesures antérieures.

» Si l'on supprime ce troisième vase A_3, l'expérience est celle de

(1) *Comptes rendus,* 7 mars 1892.

(2) *Ibid.*, 1er février 1892.

(3) Les deux vases ne communiquent pas directement, mais par l'intermédiaire d'un autre vase placé un peu en contre-bas, pour empêcher le mélange des liquides.

M. Berget. Avec du mercure pur, distillé dans le vide, les niveaux sont encore fort différents; avec du mercure mal purifié, on observe, soit l'égalité des niveaux constatée par M. Berget, soit les cas intermédiaires. Le mercure contenant des traces de métaux oxydables se comporte ici comme du mercure pur, qui serait polarisé négativement, ainsi que je l'ai montré ailleurs; l'égalité des niveaux est donc toute naturelle, puisque les tensions superficielles sont les mêmes quand les polarisations négatives sont un peu grandes. Si, en effet, on rétablit l'appareil comme précédemment, on voit aussitôt les niveaux devenir différents, le large mercure M imposant son potentiel aux deux ménisques.

» L'expérience analogue de larges gouttes que rapporte M. Berget ayant été faite vraisemblablement avec le même mercure, je ne m'en suis pas occupé. Ces deux expériences sont du reste insuffisantes en principe, car on ne peut pas démontrer la coïncidence de deux courbes en ne considérant qu'un seul de leurs points.

» Quelque concluante que soit l'expérience décrite en premier lieu, c'est à l'électromètre de M. Lippmann qu'il faut recourir pour les mesures. M. Berget a déterminé ainsi la courbe des tensions superficielles pour la solution L_2, et a trouvé que cette courbe est symétrique par rapport à l'axe vertical passant par son sommet. Ici je suis en désaccord avec l'auteur sur les faits d'expérience; je crois donc devoir donner quelques détails sur les précautions prises dans mes mesures.

» La mesure des hauteurs d'équilibre du mercure pour un potentiel donné ne présente pas, en général, de grandes difficultés; la méthode la plus sûre me paraît être de faire osciller le ménisque de part et d'autre du point de repère, de manière à se rendre compte de l'incertitude que comporte l'expérience; il faut que les conditions soient bien mauvaises pour que cette incertitude atteigne 1^{mm}, ce qui arrive pourtant avec certains électrolytes. La mesure des potentiels, au contraire, comporte des erreurs graves dont on ne s'avise pas toujours.

» La détermination de la courbe suppose que la différence électrique entre le large mercure et l'électrolyte reste constante; si elle varie, la courbe subit une déformation. Or le mercure, dans une solution qui ne contient pas un de ses sels, se trouve au début dans un état variable, qui ne devient constant qu'après un repos de plusieurs jours. Ces variations sont beaucoup accrues si l'on n'emploie pas du mercure bien pur, ou si l'on vient à le polariser par quelque fausse manœuvre. On s'expose donc à des erreurs considérables, si l'on ne contrôle pas fréquemment la con-

stance du large mercure en reprenant un même point de la courbe. Il est aussi fort utile de recouvrir le large mercure d'un composé insoluble de mercure, oxyde, sulfate, chlorure, etc., comme dans les éléments étalons; on arrive ainsi à n'avoir que des variations moindres que $0^v,001$ dans une séance. En tenant compte des diverses causes d'erreur, je crois pouvoir répondre de $0^v,003$ et de $0^{mm},5$, sauf pour certains électrolytes.

» C'est ainsi que j'ai déterminé un assez grand nombre de courbes, soit une dizaine pour les seuls iodures et l'acide iodhydrique; celles-ci sont régulières et présentent toutes une dissymétrie considérable. L'expérience unique de M. Berget est donc entachée de quelque erreur grave, et aurait dû être contrôlée par des mesures plus nombreuses et plus variées.

» Ce qui montre, du reste, que la courbe n'est pas la même pour les divers électrolytes, c'est ce fait que les hauteurs maxima sont différentes avec le même tube; ainsi l'acide sulfurique à $\frac{1}{6}$ en volume donne 740^{mm}, et l'iodure de potassium à $\frac{1}{3}$, 686^{mm}. Les mesures électriques sont ici hors de cause, et ces différences considérables, alors qu'une erreur de 1^{mm} est inadmissible, ne laissent place à aucun doute. »

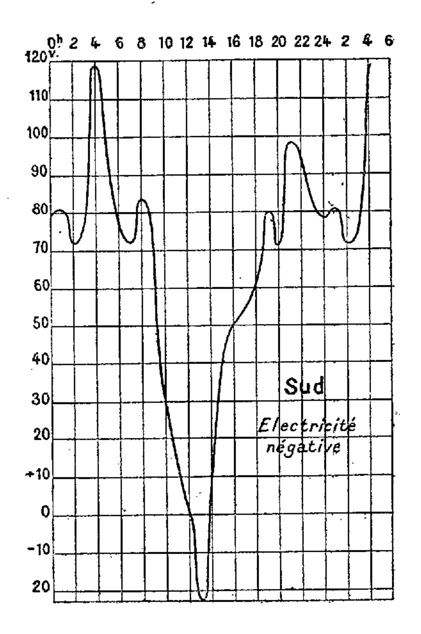
PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'apparition de l'électricité négative, par beau temps*. Note de M. **Ch. André**, présentée par M. E. Mascart.

« L'existence, dans l'atmosphère, d'électricité négative par beau temps est un fait rare, classé jusqu'ici comme un phénomène accidentel et auquel on a cherché une origine spéciale, étrangère au fond même des théories électro-atmosphériques les plus en faveur.

» Exner l'attribue à la présence de poussières électrisées par frottement contre le sol; Palmieri, de son côté, dit avoir constaté que cette électricité négative était toujours concomitante « d'une pluie voisine dont » les nuages producteurs étaient au-dessous de l'horizon du lieu d'obser- » vation ». Or voici trois cas, constatés à l'Observatoire de Lyon, dans ces dernières années, qui ne se prêtent ni à l'une, ni à l'autre de ces explications.

» Le 24 juin et le 15 septembre 1885, ainsi que le 10 juillet 1889, par vent de sud, temps beau et chaud sur presque toute la France (les seules pluies constatées sont : orage à Bordeaux le 24 juin, orage à Sainte-Honorine-du-Fay le 15 septembre) et vent parfois modéré (vitesse maximum le 24 juin, $6^m,4$ par seconde), le minimum élec-

trique de l'après-midi se creuse, de façon que, de midi à 2^h, la courbe électrique passe au négatif et y reste pendant une heure ou deux, sans que pour cela l'allure générale de la courbe enregistrée diffère sensiblement de son allure ordinaire.



» Ces faits, que l'emploi de la méthode d'enregistrement permet seule de bien constater, ne peuvent être attribués à la présence de poussières électrisées; car, dans aucun de ces cas, nous n'avons remarqué que le vent en amenât; et d'ailleurs, si telle était leur origine, nous devrions les observer bien plutôt par vent de nord, puisque nous sommes au midi d'une grande agglomération industrielle : c'est ce qui n'a pas lieu. On ne peut pas non plus les rattacher à une pluie voisine; car, le 10 juillet, on n'en constate aucune, des Alpes jusqu'à l'Océan.

» L'existence de cette électricité négative, toujours à la même heure, se rattache évidemment aux conditions atmosphériques remarquables communes à ces trois jours : 1° distribution anormale, dans nos régions, de la température suivant la verticale, tellement que le 15 septembre le minimum du Puy-de-Dôme surpasse de 9° celui de Clermont-Ferrand; 2° une très grande sécheresse relative de l'atmosphère.

» Ainsi le minimum absolu de l'état hygrométrique du 24 juin, dont l'heure est voisine du milieu de cette chute négative, est le minimum absolu de l'humidité relative pour la période de juin, juillet et août des huit ans écoulés de 1883 à 1891.

» Pour conclure, nous dirons que cette apparition d'électricité négative par beau temps nous paraît être l'exagération d'un mode de variation diurne de l'électricité atmosphérique qui la comprendrait comme cas particulier, d'ailleurs fort rare dans nos régions, et qu'ainsi elle est une des données sur lesquelles toute théorie complète de l'électricité atmosphérique doit être fondée. »

OPTIQUE. — *Absorption cristalline et choix entre les diverses théories de la lumière*. Note de M. E. **Carvallo**, présentée par M. H. Poincaré.

« 1. *Introduction*. — Mes recherches sur la polarisation rotatoire du quartz que MM. Poincaré et Lippmann m'ont fait l'honneur de présenter à l'Académie ont signalé dans la partie calorifique du spectre une perturbation que j'attribue à l'absorption [1]. J'ai donc été conduit à étudier ce sujet dans les cristaux. M. H. Becquerel a seul formulé une loi expérimentale [2]. Non seulement cette loi n'est conforme ni aux considérations exposées par M. Mallard [3], ni à la théorie que M. Poincaré a érigée [4] sur les principes de celle de Helmholtz relative aux milieux isotropes [5], mais elle choque même les idées les plus familières. Je ne saurais en faire un plus grand éloge, car elle est aussi exacte qu'imprévue.

» Les conséquences que j'en ai tirées m'ont conduit à une expérience, à une loi nouvelle, de signification claire et d'importance capitale.

» 2. *Loi de M. Becquerel*. — Si un rayon de lumière monochromatique traverse un cristal biréfringent, l'absorption ne dépend que de la position de la *vibration de Fresnel*. L'intensité du rayon émergent est donnée par la formule [6]

$$\sqrt{i} = \sqrt{i_0}\,(e^{-mz}\cos^2\alpha + e^{-nz}\cos^2\beta + e^{-pz}\cos^2\gamma).$$

(1) *Comptes rendus*, décembre 1891 et février 1892.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIV; 1888.

(3) *Minéralogie*.

(4) Leçons professées à la Sorbonne, premier semestre 1891-1892.

(5) *Ann. de Pog.*, Bd. 154; 1875. — *Journal de Physique*, t. IV, p. 216.

(6) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 894; 1889. — Notations : i_0, intensité du rayon incident supposé uniradial; i, intensité du rayon émergent; α, β, γ, angles de la vibration de Fresnel avec les axes d'élasticité optique; z, épaisseur du cristal traversée par le rayon; e, base des logarithmes népériens.

» Au premier abord, cette loi n'a rien de subversif; elle semble même confirmer l'hypothèse de Fresnel sur la position de la vibration lumineuse. Mais passons aux conséquences.

» 3. Supposons que, après avoir traversé l'épaisseur z de cristal, le rayon traverse de nouveau l'épaisseur z; il aura traversé en tout l'épaisseur $2z$. Donc la loi de Becquerel donnera pour l'intensité

$$(1) \qquad \sqrt{i_1} = \sqrt{i_0}(e^{-2mz}\cos^2\alpha + e^{-2nz}\cos^2\beta + e^{-2pz}\cos^2\gamma).$$

Si l'on admet que l'absorption ne modifie le rayon lumineux que dans son intensité, sans altérer sa nature, *son état de polarisation*, la seconde épaisseur z doit produire le même effet que la première. Pour avoir l'intensité du rayon émergent, il faudra multiplier $\sqrt{i}$ par le même facteur qui a d'abord affecté $\sqrt{i_0}$. On a donc pour l'intensité, dans cette hypothèse,

$$(2) \qquad \left\{\begin{aligned} \sqrt{i_2} &= \sqrt{i_1}(e^{-mz}\cos^2\alpha + e^{-nz}\cos^2\beta + e^{-pz}\cos^2\gamma) \\ &= \sqrt{i_0}(e^{-mz}\cos^2\alpha + e^{-nz}\cos^2\beta + e^{-pz}\cos^2\gamma)^2. \end{aligned}\right.$$

Cette valeur de i_2 est différente de i_1. L'hypothèse qui l'a fournie est donc inadmissible et on est conduit à cette conséquence :

» *Quand un rayon traverse un cristal absorbant, son état de polarisation change à mesure qu'il pénètre dans le cristal.*

» Ici une nouvelle question se pose.

» 4. *Ce changement de polarisation subsiste-t-il quand le rayon sort du cristal?* — Pour trancher cette importante question, coupons le cristal d'épaisseur $2z$ en deux moitiés d'épaisseur z et appliquons ces fragments l'un contre l'autre de façon à reconstituer, en apparence, le cristal primitif. Enfin, faisons de nouveau traverser le cristal coupé par le même rayon qui avait d'abord traversé le cristal entier. A travers la première moitié z, le rayon prend un certain état de polarisation. Si cet état subsiste à travers la coupure, l'intensité émergente sera i_1; si, au contraire, la coupure rétablit l'état de polarisation que possédait le rayon à son entrée dans la première moitié du cristal, l'intensité sera i_2.

» 5. *Vérification expérimentale.* — La tourmaline est particulièrement favorable à cette expérience. Ce cristal uniaxe éteint rapidement le rayon ordinaire. En d'autres termes, il suffit d'une faible épaisseur z pour rendre les termes e^{-nz}, e^{-pz} insensibles. Les formules (1) et (2) deviennent alors

$$(1) \qquad i_1 = i_0 e^{-4mz}\cos^4\alpha,$$

$$(2) \qquad i_2 = i_0 e^{-4mz}\cos^8\alpha,$$

où α est l'angle de la vibration de Fresnel avec l'axe cristallographique de la tourmaline. Pour $\alpha = 45°$, par exemple, l'intensité i_1 est quatre fois plus grande que i_2. Dans ces conditions, l'expérience ne peut laisser aucun doute : elle a vérifié la formule (1) dans le cas de la tourmaline entière, et la formule (2) dans le cas de la tourmaline coupée. Elle a porté sur une tourmaline brune, la longueur d'onde $\lambda = 1^{\mu},84$ du spectre calorifique et les angles $\alpha = 0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°$. Je décrirai ailleurs en détail ces expériences. J'observerai seulement que les réflexions sur les faces de la tourmaline étaient éliminées, car le cristal plongeait dans du sulfure de carbone qui a justement le même indice de réfraction.

» 6. CONCLUSIONS. — 1° *La loi de M. H. Becquerel est vérifiée dans le cas limite important où une seule des trois composantes de l'intensité subsiste.*

» 2° *Elle est étendue aux rayons calorifiques.*

» 3° *Quand un rayon extraordinaire traverse la tourmaline dans une direction oblique à l'axe, son état de polarisation varie* PROGRESSIVEMENT *jusqu'à ce que l'épaisseur traversée soit celle qui éteindrait le rayon ordinaire. Cet état demeure alors invariable jusqu'à la sortie. Là le rayon reprend* BRUSQUEMENT *l'état de polarisation primitif.*

» La dernière loi, expérimentée seulement pour le rayon extraordinaire de la tourmaline, s'applique évidemment à tous les cas soumis à la loi de Becquerel.

» 7. *Théories de la lumière.* — D'abord l'énoncé seul de la loi de M. H. Becquerel conduit à rejeter le système Neumann, Mac-Cullagh; puis ma troisième conclusion ne permet pas de fixer la vibration invariablement dans le plan de l'onde, comme le veut cette hypothèse de Fresnel que l'éther est incompressible.

» D'autre part si, pour la composante parallèle à l'axe, on néglige l'absorption qui était faible dans la tourmaline observée, la figure ([1]) montre comment on peut imaginer les transformations successives de la vibration : a est la vibration de Fresnel, à son entrée; elle perd progressivement sa composante normale à l'axe X de la tourmaline dans le parcours a, a_1, a_2; elle demeure parallèle à X de a_2 en a_3. A sa sortie, en a_4, elle perd brusquement sa composante normale à l'onde plane. Avec cette hypothèse, on explique la formule de Becquerel et celle que j'ai donnée pour le cas de deux tourmalines superposées.

» J'ai donné antérieurement un système d'équations différentielles

(1) Le lecteur rétablira facilement cette figure très simple.

nspiré par les théories de MM. Boussinesq et Helmholtz et qui représente bien simultanément les lois de la double réfraction et de la dispersion. Resterait à lui faire comprendre les lois de l'absorption. Il est curieux que la théorie de Helmholtz, faite pour l'absorption des corps isotropes, m'ait si bien réussi pour la théorie des cristaux dénués d'absorption, tandis qu'elle échoue, comme l'a montré M. Poincaré dans son cours à la Sorbonne, quand il s'agit d'expliquer la loi d'absorption cristalline de M. Becquerel, citée plus haut [1]. »

M. **Henri Becquerel**, à propos de cette Communication de M. *Carvallo*, présente les observations suivantes :

« Les intéressantes expériences de M. Carvallo me fournissent l'occasion de réunir et de préciser les hypothèses auxquelles m'avaient conduit mes recherches sur l'absorption de la lumière et sur la phosphorescence, et d'où j'ai déduit la formule dont il vient d'être question. Ces hypothèses ont été énoncées dans divers Mémoires.

» On peut supposer que les phénomènes d'absorption sont dus à l'existence de mouvements intermoléculaires, soit des molécules elles-mêmes des corps, soit de l'éther qui les entoure, mouvements qui seraient soit synchrones, soit harmoniques des mouvements vibratoires lumineux qu'ils amortissent.

» Les phénomènes d'absorption observés dans les cristaux s'expliquent en supposant que les mouvements vibratoires lumineux polarisés rectilignement et qui sont partiellement absorbés se décomposent réellement à l'intérieur du cristal en trois mouvements composants, dirigés suivant trois directions rectangulaires, pour se combiner de nouveau à la sortie du milieu cristallin.

» On est conduit à penser que les mouvements intermoléculaires sont orientés suivant les trois directions rectangulaires précitées et que l'absorption ne se produit que pour les composantes des mouvements lumineux parallèles aux directions des mouvements intermoléculaires. Ces directions seraient celles pour lesquelles les réactions élastiques du milieu sont parallèles aux déplacements.

» Dans la plupart des cas observés, l'absorption est nulle quand les vibrations lumineuses transmises coïncident avec l'une des directions princi-

(1) Ce travail a été fait au laboratoire d'enseignement de M. Bouty.

pales rectangulaires; les mouvements intermoléculaires seraient alors nuls dans cette direction.

» Peut-être ces considérations s'étendent-elles à tous les mouvements lumineux qui se propagent au travers des corps cristallisés; dans cette hypothèse, les seules vibrations qui se propageraient à l'intérieur d'une matière cristallisée seraient les vibrations parallèles aux trois axes d'élasticité optique. Le cristal est supposé ne pas contenir un mélange de plusieurs substances différentes; dans le cas contraire, les conclusions précédentes s'appliqueraient individuellement à chacune des matières du mélange. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la détermination des équilibres chimiques dans les systèmes dissous.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

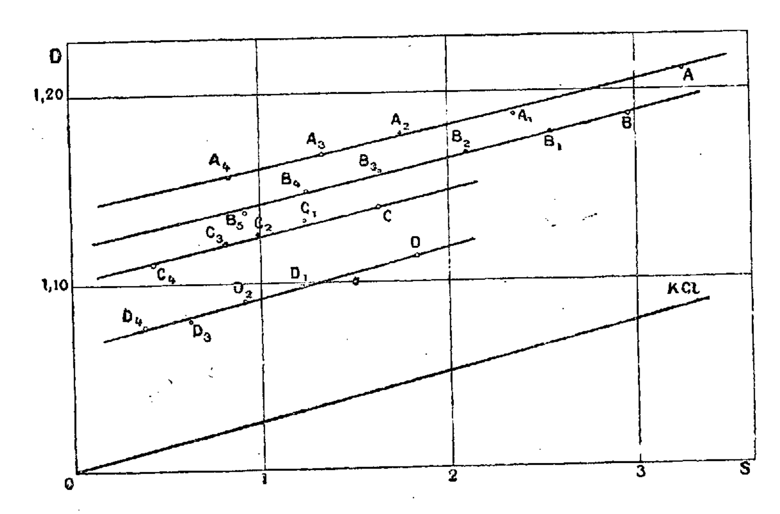
« Pour déterminer l'état d'équilibre qui s'établit entre plusieurs sels, acides ou bases au sein d'une solution, le seul procédé que l'on possède consiste à étudier une propriété physique quelconque, d'abord pour les solutions des différents corps en présence, puis pour la solution totale. On admet généralement que la valeur numérique de la propriété considérée, pour la solution mixte, est égale à la somme des valeurs relatives à chacun des corps qu'elle contient. Cette relation, qui se vérifie sensiblement pour une propriété quelconque, dans les solutions très étendues, n'est plus exacte, en général, quand la concentration prend une valeur notable. Une condition nécessaire, mais non suffisante, est que la propriété considérée puisse s'exprimer par une fonction linéaire de la concentration, pour les solutions simples. Ceci n'est rigoureusement exact pour aucune propriété physique; cependant on obtient des résultats très approchés quand on considère la variation de la densité d'une solution en fonction de la concentration moléculaire (rapport du nombre de molécules du sel au nombre total de molécules du mélange).

» Voici, par exemple, pour quelques-uns des sels que j'ai étudiés, les accroissements moyens de densité, correspondant à des variations entières de la concentration moléculaire. Ces accroissements restent sensiblement constants.

Concentration moléculaire.

	$S_4 = 1$.	$S_4 = 2$.	$S_4 = 3$.	$S_4 = 4$.	$S_4 = 5$.
AzH^4Cl........	0,009	0,009	0,0085	0,0085	0,0085
KCl............	0,027	0,026	0,026	0,026	0,0255
$BaCl^2$..........	0,103	0,102	0,102	»	»
$CuCl^2$..........	0,067	0,067	0,069	0,065	»

» Pour le chlorure cuivrique qui donne les plus grands écarts, l'erreur qu'on ferait sur la concentration moléculaire, en représentant la densité par une fonction linéaire, ne dépasse pas $\frac{1}{40}$. La densité d'une solution aqueuse d'un sel métallique peut donc être sensiblement représentée par une fonction linéaire de la concentration.



» J'ai cherché ensuite si cette proposition s'appliquait également aux solutions mixtes. J'ai étudié, dans ce but, les densités des solutions mixtes de chlorure de potassium et de chlorure de sodium. Les résultats obtenus peuvent s'énoncer ainsi.

» La densité d'une solution mixte de chlorure de potassium et de sodium peut se représenter par une fonction linéaire de la concentration moléculaire de l'un de ces sels, la concentration de l'autre sel restant constante. Les résultats expérimentaux sont résumés dans le graphique ci-dessus. La droite qui part de l'origine représente les densités des solutions de chlorure de potassium dans l'eau pure.

» Les quatre autres représentent les densités des solutions de chlorure

de potassium dans diverses solutions de chlorure de sodium. Malgré les quelques irrégularités, qui résultent de ce que la teneur en chlorure de sodium n'est pas rigoureusement la même pour les différentes solutions d'une même série, on voit que les différents points se placent, à très peu près, sur une série de droites parallèles à la droite qui correspond au chlorure de potassium seul [1].

» Si donc les densités des solutions de chlorure de potassium et de chlorure de sodium sont représentées par les expressions

$$D - 1 = aS_4, \qquad D - 1 = bS_4,$$

la densité d'une solution mixte de ces chlorures sera représentée par l'expression suivante

$$D - 1 = aS_{4(NaCl)} + bS_{4(KCl)}.$$

» Cette loi n'est susceptible de vérification expérimentale que pour les sels qui ont un ion commun. Si l'on fait l'hypothèse qu'elle s'étend à des sels quelconques, une fois l'équilibre établi, on voit qu'elle fournit un moyen simple d'obtenir une relation entre les quantités des différents sels qui sont contenus dans une solution. L'hypothèse que nous faisons dans ce cas est d'ailleurs inévitable dans l'étude des équilibres dans les solutions. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Combinaisons de l'iodure cuivreux avec l'hyposulfite d'ammonium.* Note de M. E. **Brun**, présentée par M. Troost.

« On sait que les hyposulfites alcalins dissolvent aisément l'iodure cuivreux; il semblait naturel d'attribuer cette action dissolvante à la formation d'un hyposulfite double ou même d'un tétrathionate. Il ne paraît pas en être ainsi : les composés que j'ai pu obtenir renferment à la fois des quantités notables d'iodure et d'acide hyposulfureux.

» 1° Quand, à une solution concentrée d'hyposulfite d'ammonium (parties égales d'eau et de sel), on ajoute de l'iodure cuivreux en poudre et qu'on agite vivement, il commence par se dissoudre, mais bientôt la liqueur se trouble et il se dépose une

---

[1] La solution la plus concentrée contient 6,2 molécules de chlorure de sodium et 3,25 molécules de chlorure de potassium, ce qui correspond à environ 35 pour 100 de sel anhydre.

poudre blanche nettement cristalline. On peut aussi dissoudre préalablement l'iodure cuivreux dans l'iodure d'ammonium en solution très concentrée et verser cette solution dans la première, en prenant soin que l'hyposulfite reste en grand excès. Ces cristaux sont essorés à la trompe, séchés par compression dans des doubles de papier buvard. Ils sont très solubles et, par une deuxième cristallisation dans le vide sec, on en obtient ayant plusieurs millimètres de diamètre, très limpides et très réfringents.

» L'analyse conduit à la formule

$$Cu^2I^2,\ 2AzH^4I,\ 8[S^2O^3(AzH^4)^2].$$

» Ce corps est inaltérable à l'air à la température ordinaire, mais il se décompose lentement dès 100°; plus haut, il dégage des vapeurs de soufre, d'iode, ainsi que de l'ammoniaque et de l'acide sulfureux. En solution, il décolore les liqueurs d'iode, en même temps qu'il se précipite de l'iodure cuivreux; par l'ébullition, il se fait un précipité noir de sulfure cuivreux.

» 2° Si, à une solution du corps précédent ou à une solution d'hyposulfite d'ammonium dans trois à quatre fois son poids d'eau, l'on ajoute, jusqu'à production d'un louche permanent, de l'iodure cuivreux dissous dans de l'iodure d'ammonium, il se fait bientôt un abondant précipité formé d'aiguilles cristallines très légèrement jaunâtres. On doit le recueillir et le sécher vivement, car il s'altère rapidement quand il est humide.

» L'analyse de ce corps conduit à la formule

$$7[S^2O^3(AzH^4)^2],\ (S^2O^3Cu^2),\ 4Cu^2I^2,\ 4H^2O.$$

» Ce deuxième corps est insoluble dans l'eau, qui l'altère peu à peu en le jaunissant; il se décompose comme le précédent, lentement à 100°, plus rapidement au-dessus et en donnant les mêmes produits de décomposition.

» 3° Enfin, en versant peu à peu une solution concentrée d'hyposulfite d'ammonium dans une solution d'iodure d'ammonium saturée d'iodure cuivreux, et en évitant d'ajouter un excès d'hyposulfite, il se produit un troisième composé cristallisé également en aiguilles.

» C'est un corps blanc, insoluble dans l'eau qui l'altère à la longue, très stable quand il est bien sec. Il se détruit comme les précédents par l'action de la chaleur. L'analyse lui assigne pour formule

$$S^2O^3(AzH^4)^2,\quad Cu^2I^2,\quad H^2O.$$

» Je me suis assuré que les hyposulfites de potassium et de sodium donnent des composés analogues, et que, en outre, d'autres iodures, tels que ceux d'argent et de plomb, fournissent des combinaisons semblables que je me propose d'étudier ([1]). »

([1]) Ces recherches ont été faites au laboratoire d'enseignement et de recherches de la Sorbonne.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude sur la vitesse de décomposition des diazoïques.* Note de MM. **J. Hausser** et **P.-Th. Muller**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons donné (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 549) la vitesse de décomposition du dérivé diazoïque de l'acide parasulfanilique et nous avons montré qu'elle est régie par la loi des masses actives. La décomposition de son isomère en méta ne se présente pas sous une forme aussi simple. L'expression $C = \frac{1}{\theta}\log\frac{A}{A-x}$ n'est plus constante, mais si l'on pose

$$y = \frac{1}{\theta}\log\frac{A}{A-x}$$

(où A signifie l'azote total), on constate que les valeurs de y diminuent lorsque θ augmente. En prenant un système de coordonnées rectangulaires et en portant y en ordonnée, θ en abscisse, on trouve que la fonction

$$f(y, \theta) = 0$$

est une droite inclinée sur l'axe des θ.

» En conservant le même système de coordonnées, mais en portant en ordonnées les x, c'est-à-dire les quantités d'azote dégagé depuis le temps 0 jusqu'au temps θ, on obtient une courbe qui se confond sensiblement avec une hyperbole, ayant pour asymptote la droite $x = A$.

» Nous donnons, avant de discuter les résultats, les nombres que nous avons trouvés avec le dérivé diazoïque de l'aniline métasulfonée. Dans le Tableau suivant, A représente l'azote total, y la valeur $\frac{1}{\theta}\log\frac{A}{A-x}$ et C la valeur de y à l'origine; les expériences ont été faites à la température de 64°.

I.

θ (minim.).	$y = \frac{1}{\theta}\log\frac{A}{A-x}$.
0.......	0,0467 (C)
6,5.....	0,0430
11,5.....	0,0406
16,5.....	0,0373
21,5.....	0,0342
31,5.....	0,0290
41,5.....	0,0249

II.

θ (minim.).	$y = \frac{1}{\theta}\log\frac{A}{A-x}$.
0........	0,0498 (C)
11,5......	0,0446
16,5......	0,0420
21,5......	0,0397
31,5......	0,0350
35,5......	0,0330
41,5......	0,0307

Concentration	5^{mol} sur 10000 du mélange	*Concentration.*	10
Azote total calculé (pour 100)	15,22		15,22
Azote total trouvé (pour 100)	14,86		15,43

III.		IV.	
(minim.).	$y=\frac{1}{\theta}\log\frac{A}{A-x}$.	θ (minim.).	$y=\frac{1}{\theta}\log\frac{A}{A-x}$.
0	0,0526 (C)	0	0,0552 (C)
6,7	0,0500	6,1	0,0526
11,7	0,0466	11,1	0,0507
16,7	0,0445	16,1	0,0487
21,7	0,0414	21,1	0,0469
31,7	0,0371	31,1	0,0425
41,7	0,0333	35,1	0,0403

Concentration	15	*Concentration.*	20,5
Azote calculé (pour 100)	15,22		15,22
Azote trouvé (pour 100)	14,54		14,84

» L'origine véritable du phénomène, c'est-à-dire le moment où aurait commencé la décomposition si les perturbations initiales n'existaient pas, a été trouvée par extrapolation graphique. A l'aide de cette origine et de l'asymptote $x = A$, il nous a été facile de calculer les deux paramètres λ et μ, que renferme encore l'équation de nos hyperboles

$$x^2 + \lambda\theta x - A\lambda\theta + \mu x = 0.$$

» Nous avons défini les droites $f(y, \theta) = 0$ en cherchant leurs coefficients angulaires k. L'existence simultanée de l'hyperbole et de la droite nous a menés aux conclusions suivantes. De l'équation de la droite

$$y = C + k\theta,$$

où C désigne l'ordonnée à l'origine, on tire, en remplaçant y par sa valeur $\frac{1}{\theta} L \frac{A}{A-x}$,

$$\frac{dx}{d\theta} = (A - x)(C + 2k\theta);$$

d'autre part, l'équation de l'hyperbole donne

$$\theta = \frac{x(\mu + x)}{\lambda(A - x)},$$

par suite

$$\frac{dx}{d\theta} = C(A - x) + 2\frac{k}{\lambda}x(\mu + x).$$

Le terme $\frac{k}{\lambda}\,x(\mu+x)$ est toujours négatif, k, λ et μ étant négatifs et $|\mu| > A$.

» Le phénol sulfoné produit pendant la réaction a, par conséquent, une influence sur la vitesse de décomposition. La masse active de ce phénol est à chaque instant proportionnelle à x; nous pouvons donc dire que tout se passe comme si la vitesse de réaction était ralentie par un terme proportionnel à une fonction du second degré de la masse active du phénol.

» Il semble que cette influence du phénol sulfoné est due à ce que la position para par rapport au groupe Az^2 n'est pas occupée par un radical. En effet, le paradiazotoluène orthosulfoné $C^6H^3(CH^3)(SO^3)(Az^2)(1.2.4)$ se comporte différemment et est en tout comparable au diazoïque de l'acide parasulfanilique. Sa constante est un peu supérieure à celle de ce dernier et varie très légèrement avec la concentration.

» *Influence de la concentration.* — La constante C (à l'origine) du métadiazosulfobenzène augmente avec la concentration. Nous avons trouvé, à l'aide de l'expérience I et IV, qu'elle est sensiblement représentée par une fonction linéaire de cette concentration :

$$C = 0,04386 + 0,0005666\,\gamma,$$

γ désignant le nombre de molécules renfermé dans 10000 molécules du mélange. Par exemple :

	C trouvé.	C calculé.
I	0,0467	
II	0,0498	0,0495
III	0,0526	0,0524
IV	0,0552	

C'est le nombre 0,04386 qui doit être considéré comme la constante spécifique du corps à la température de 64°. Cette constante est environ le quadruple de celle de son isomère en para.

» Dans le courant de nos expériences, nous avons trouvé que les corps étrangers, neutres, acides ou basiques, font varier la vitesse de décomposition. Nous nous proposons d'examiner de plus près l'action des acides [1]. »

---

[1] Travail fait à la Faculté des Sciences de Nancy, laboratoire de M. Hallér.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques bases homologues de la quinine.* Note de MM. E. **Grimaux** et A. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons montré, dans deux Notes précédentes [1], que la cupréine, base retirée du *Quina cuprea* ou *Remigia pedunculata* renferme un oxhydryle phénolique, et qu'en raison de ce groupement elle peut, comme les phénols, donner des éthers par substitution de radicaux alcooliques à l'atome d'hydrogène phénolique. Nous avons obtenu l'éther méthylique, constaté qu'il est identique avec la quinine ordinaire, et nous avons décrit l'éther éthylique ou *quinéthyline*. Les formules suivantes indiquent les relations de ces diverses bases :

$C^{19}H^{21}Az^2O, OH$	Cupréine
$C^{19}H^{21}Az^2O, OCH^3$..........	Quinine (cupréine méthylique)
$C^{19}H^{21}Az^2O, OC^2H^6$.........	Quinéthyline (cupréine éthylique)

» Pour étendre l'étude des éthers alcooliques de la cupréine, des *quinines*, nous avons préparé le dérivé propylique, le dérivé isopropylique et le dérivé amylique.

» *Quinopropyline* $C^{19}H^{21}Az^2O, OC^3H^7 = C^{22}H^{28}Az^2O^2$. — On l'obtient en opérant comme dans la préparation de la quinéthyline; on chauffe la cupréine sodée avec de l'azotate de propyle et de l'alcool propylique à 110° pendant vingt-quatre heures. Les proportions suivantes :

Cupréine	3gr, 2
Alcool propylique normal....................	50cc
Sodium	0gr, 35
Azotate de propyle..........................	1gr, 60

nous ont donné plus de 2gr de sulfate basique de quinopropyline pur, ce qui correspond à un rendement de 60 à 65 pour 100 de la cupréine mise en réaction.

» La base libre que l'on isole en précipitant par l'ammoniaque la solution froide du sulfate basique dans l'eau se présente sous la forme d'une poudre blanche; elle constitue alors un hydrate qui fond au-dessus de 100°. Après dessiccation dans le vide, elle fond nettement à 164° sans changer d'aspect.

» Elle se dissout un peu dans l'eau ammoniacale éthérée; cette solution, abandonnée dans un ballon à l'évaporation lente, donne un hydrate cristallisé en longues aiguilles.

» *Sulfate basique* $(C^{22}H^{25}Az^2O^2)^2SO^4H^2, 1\frac{1}{2}H^2O$. — On l'obtient sous forme d'ai-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 776 et 1364; 1891.

guilles soyeuses, d'aspect micacé, en le faisant cristalliser en solution bouillante ou très chaude. Si on laisse refroidir des solutions plus étendues, il se forme, comme pour le sulfate basique de quinéthyline, des cristaux agglomérés en masses gélatineuses. Par évaporation spontanée des solutions étendues, il se dépose en aiguilles isolées, assez volumineuses.

» Après avoir été séché à l'air, il perd, à 125°, 3,12 pour 100 d'eau, ce qui correspond à une molécule et demie d'eau. Le dosage de l'acide sulfurique, fait sur le sel séché à 125°, a donné 12,15 pour 100; calculé : 12,21.

» Il fond à 223-224°. Séché à 100°, il a pour pouvoir rotatoire à la température de 22°, $\alpha_D = 229°,5$.

» Il se dissout à 13° dans 454 parties d'eau.

» *Quino-isopropyline*. — On la prépare comme son isomère, en employant l'azotate d'isopropyle, et on la purifie de la même façon. Le rendement en sulfate basique pur a été de 75 pour 100 de la cupréine mise en réaction.

» La base libre présente le même aspect que la quinopropyline, elle fond à 154°.

» Le *sulfate basique* cristallisé de ses solutions bouillantes en aiguilles blanches ressemble à celles de son isomère, mais, par évaporation spontanée, il donne de petits rognons clairsemés dans une masse cornée.

» Séché à 125°, il perd 2,48 pour 100 d'eau; la formule $(C^{22}H^{28}Az^2O^2)^2SO^4H^2, H^2O$ exige une perte de 2,20 pour 100.

» Son pouvoir rotatoire à 22° est le même que celui de son isomère, $\alpha_D = 229°,2$.

» Sa solubilité est différente : à 10°, ce sel se dissout dans 367 parties d'eau.

» *Quinamyline*. — On l'a préparée par l'action du chlorure d'amyle sur la cupréine sodée en solution amylique à 105° pendant quinze heures. Le produit brut est repris par la soude et agité avec de l'éther, et la solution éthérée est reprise par de l'acide sulfurique très dilué. On ajoute alors de l'alcool à la solution chaude, puis on neutralise par l'ammoniaque. Par concentration, on obtient le sulfate basique de quinamyline que l'on purifie par des cristallisations dans l'alcool.

» La base libre est amorphe; elle fond à 166°,5-167°.

» Le sulfate neutre est incristallisable. Le sulfate basique s'obtient en longues aiguilles par refroidissement de la solution alcoolique. Il est très soluble dans l'alcool, très peu soluble dans l'eau, dont il exige 4170 parties à la température de 11°,5.

» Il perd 4 pour 100 d'eau de cristallisation; la formule

$$(C^{24}H^{32}A^2O^2)^2SO^4H^2, 2H^2O$$

correspond à une perte de 4,02 pour 100.

» Le dosage de l'acide sulfurique dans le sel anhydre a donné 11,38 pour 100; calculé : 11,42.

» La quinamyline, comme ses homologues, donne des solutions fluorescentes dans l'acide sulfurique étendu. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de Licari kanali.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. Friedel.

« L'essence de Licari kanali a été étudiée par M. Morin [1] qui en a retiré un corps ayant pour formule $C^{10}H^{18}O$, dont il a étudié les principales propriétés physiques et quelques réactions, notamment l'action de l'acide chlorhydrique et des déshydratants.

» J'ai repris l'étude de cette substance, dans le but d'en déterminer la fonction chimique et la constitution :

» Le corps $C^{10}H^{18}O$ qui a servi à mes recherches est un liquide incolore, légèrement huileux, bouillant à 199°-200°. Les densités, à 0° et à 15°,4, sont $D_0 = 0,8819$, $D_{15,4} = 0,8662$.

» Son pouvoir rotatoire, à la température de 15°,4, est $[\alpha]_D = -18°21'$. Les indices de réfraction sont

$$n_r = 1,4635, \quad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4775, \quad \lambda_b = 452,6,$$

à la température de 15°,4.

» Traité par l'acide chlorhydrique sec, le composé $C^{10}H^{18}O$, que j'appellerai *licaréol*, donne un dichlorhydrate $C^{10}H^{18}Cl^2$, liquide bouillant à 155°-157° sous une pression de 0m,039. Ses densités, à 0° et à 19°,5, sont respectivement $D_0 = 1,0447$, $D_{19,5} = 1,0246$.

» Les indices de réfraction sont, pour le rouge et le bleu,

$$n_r = 1,4789, \quad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4926, \quad \lambda_b = 452,6,$$

à la température de 17°,2.

» Ce dichlorhydrate, mis à l'ébullition avec une dissolution d'acétate de potassium dans l'acide acétique cristallisable, perd rapidement son chlore; il y a élimination d'un atome de chlore à l'état d'acide chlorhydrique, tandis que l'autre atome est remplacé par le résidu acétique, donnant ainsi l'éther acétique d'un alcool monoatomique :

$$C^{10}H^{18}Cl^2 + 2\,CH^3COOK = C^{10}H^{17}O.CO.CH^3 + CH^3COOH + 2\,KCl.$$

» Ce même acétate prend naissance lorsqu'on chauffe le licaréol en vase clos pendant huit heures, à la température de 140°, en présence de l'anhydride acétique. Sa composition est exprimée par la formule $C^{10}H^{17}O.CO.CH^3$. C'est un liquide incolore, d'une odeur agréable, bouillant entre 241° et 243° et présentant une densité, à 0°, de 0,9298.

---

[1] Morin, *Comptes rendus*, t. XCII, p. 998; 1881, et t. XCIV, p. 733; 1882.

» Dans cette réaction, il se forme, en outre, un éther oxyde répondant à la formule $(C^{10}H^{17})^2 = O$. C'est un liquide visqueux, incolore, bouillant à 320° avec un commencement de décomposition.

» A côté de ces deux corps, on observe la présence d'un hydrocarbure $C^{10}H^{16}$, bouillant entre 176° et 178°, sur l'étude duquel je reviendrai plus tard.

» J'ai préparé également les éthers :

» 1° Licarylméthylique, $C^{10}H^{17}O.CH^3$, liquide bouillant entre 189° et 192°.

» 2° Licaryléthylique, $C^{10}H^{17}O.C^2H^5$, liquide bouillant aux environs de 210°, difficile à séparer complètement du licaréol.

» Le licaréol est vivement attaqué par le mélange chromique, et, parmi les produits d'oxydation, je signalerai un composé répondant à la formule $C^{10}H^{16}O$.

» Ce corps, que l'on peut appeler *licaréone*, est un liquide bouillant entre 188° et 190°, d'une densité à 0° de 0,8913; son odeur, très pénétrante, est totalement différente de celle du licaréol. Il ne se combine pas au bisulfite de sodium; mais il réduit la dissolution alcoolique d'azotate d'argent ammoniacal et se combine à l'hydroxylamine en donnant une oxime liquide.

» Tous ces résultats définissent nettement la fonction chimique du licaréol; en effet :

» 1° La formation des éthers licarylméthylique et licaryléthylique établit la nature alcoolique de cette substance;

» 2° La réaction de l'acide chlorhydrique, qui donne lieu à un dichlorhydrate, montre que cet alcool renferme une liaison éthylénique;

» 3° Enfin, sa transformation en licaréone, dont la nature acétonique n'est pas douteuse, indique que cet alcool incomplet doit être rangé dans la catégorie des alcools secondaires.

» L'éther acétique que j'ai décrit plus haut et que j'ai obtenu, soit au moyen du dichlorhydrate, soit par l'action de l'anhydride acétique sur le licaréol, ne peut être considéré comme l'éther licarylacétique. En effet, les alcools $C^{10}H^{18}O$ fournissent généralement des éthers acétiques dont les points d'ébullition sont placés 12° ou 15° plus haut que ceux des alcools correspondants; tandis que l'acétate dont il est question présente une différence de 44°. Cette anomalie est l'indice d'une isomérisation provoquée par l'influence simultanée de l'anhydride acétique et de la température. J'ai d'ailleurs vérifié l'exactitude de cette conclusion en constatant que cet éther, au lieu de régénérer par saponification le licaréol primitif, bouillant à 199°-200°, donnait naissance à un nouvel alcool isomérique bouillant à 226°-227°, dont l'étude fera l'objet d'une prochaine Communication [1]. »

---

[1] Faculté des Sciences de Lyon, laboratoire de Chimie générale.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaison des acides gras avec les carbures éthyléniques*. Note de MM. **Béhal** et **Desgrez** [1], présentée par M. Friedel.

« Si les acides minéraux se combinent avec une grande facilité avec les carbures éthyléniques, il n'en est pas de même des acides organiques. A part les remarquables travaux de MM. Bouchardat et Lafont, sur la fixation des acides organiques sur les carbures de la série térébénique, classe de corps bien spéciale, nous n'avons rien trouvé de fait dans cette voie. Voici les résultats auxquels nous sommes arrivés :

» Les acides gras se fixent sur les carbures éthyléniques. Cette combinaison est fonction du temps et de la température.

» Dans les expériences que nous relatons ci-après, la fixation des acides organiques s'est faite à la façon des acides minéraux, c'est-à-dire que le reste électro-négatif de la molécule s'est fixé sur l'atome de carbone le moins hydrogéné.

» *Acétate de caprylène :* $C^6H^{13}-\underset{\substack{|\\ O^2-C^2H^3}}{CH}-CH^3$. — Le caprylène qui a servi à ces expériences est le méthylhexyléthylène bouillant à 122°; il a été obtenu par l'action du chlorure de zinc sur le méthylhexylcarbinol.

» L'acide acétique qui a été employé a été obtenu à l'état de pureté par la méthode des cristallisations fractionnées.

» On a mélangé un volume de caprylène avec trois volumes d'acide acétique et l'on a chauffé vers 300° pendant vingt heures dans des tubes scellés en verre fort.

» Les tubes à l'ouverture ne donnent pas de pression; on distille jusqu'à 120°, on traite le reste par l'eau, on décante le liquide surnageant, on le lave à l'eau et on le sèche sur le chlorure de calcium, enfin on le distille.

» Il passe de 189° à 190° un liquide d'odeur très agréable rappelant la framboise; ce liquide n'est autre que l'acétate d'octyle secondaire.

» Il donne à l'analyse les chiffres suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{10}H^{20}O^2$.
C	69,53	69,76
H	11,62	11,62

Saponifié par la potasse alcoolique, cet éther donne l'alcool correspondant.

» *Acétate d'heptylène :* $C^5H^{11}-\underset{\substack{|\\ O^2C^2H^3}}{CH}-CH^3$. — Le pentyléthylène qu'on a employé a

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

été obtenu au moyen de l'iodure d'heptyle primaire préparé avec l'alcool provenant de l'hydrogénation de l'aldéhyde œnanthylique.

» On n'a pas distillé cet iodure de crainte d'opérer une transformation moléculaire, mais on l'a traité par la potasse alcoolique au réfrigérant à reflux. L'heptylène obtenu a été rectifié au tube Le Bel-Henninger; il bouillait à 96°-95°.

» On a opéré comme pour le caprylène et l'on a obtenu un liquide bouillant à 171°-173°, possédant une odeur agréable rappelant la myrrhe. L'analyse donne les résultats suivants :

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $C^9H^{18}O^2$.
C........................	67,90	68,35
H........................	11,33	11,38

» C'est donc l'acétate d'heptyle secondaire; il est identique à celui préparé au moyen du méthylpentylcarbinol.

» Nous nous sommes demandé si un corps possédant simultanément une autre fonction à côté de la fonction éthylénique ne se comporterait pas de même; les résultats ont confirmé cette façon de voir. Nous nous sommes servis de l'acétate d'allyle.

» *Diacétine du propylglycol.* — L'acétate d'allyle chauffé entre 275° et 285°, pendant vingt-cinq heures, avec l'acide acétique glacial dans un tube scellé, a donné naissance à un liquide d'odeur agréable bouillant entre 186° et 187°. Ce corps est la diacétine du propylglycol; il donne à l'analyse les chiffres suivants :

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $C^7H^{12}O^4$.
C........................	53,28	52,50
H........................	7,72	7,5

» Il s'est formé en même temps un produit épais ne distillant pas sans décomposition et paraissant être un produit de condensation de l'acétate d'allyle.

» Nous continuerons ces recherches sur la série éthylénique et nous comptons présenter à l'Académie, dans une prochaine Note, les résultats que nous avons obtenus avec les carbures acétyléniques et les carbures aromatiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse naturelle des hydrocarbures végétaux.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« On sait aujourd'hui que le premier produit résultant de l'assimilation du carbone par les cellules chlorophylliennes est l'aldéhyde méthylique CH^2O : c'est donc à ce corps qu'il convient de faire remonter l'origine

de tous les autres principes immédiats. Les hydrates de carbone en résultent par simple condensation et l'on a pu voir, dans l'organisme des végétaux inférieurs, certains dérivés de l'aldéhyde méthylique donner immédiatement naissance à des grains d'amidon.

» D'autre part, il est facile de transformer la mannite en acide caproïque et la perséite en acide œnanthylique normal; il est également possible de réduire ces mêmes corps à l'état d'hexane ou d'heptane; dès lors on conçoit que la synthèse naturelle des acides gras proprement dits, aussi bien que celle des carbures paraphéniques, puisse s'effectuer par une suite de réactions du même ordre, portant sur des hydrates de carbone à poids moléculaire élevé et encore inconnus; mais jusqu'à présent il a été impossible de passer de l'un quelconque de ces produits à un hydrocarbure benzénique, encore moins aux hydrures de la même série, en sorte qu'on ne possède aucune indication, même lointaine, sur l'origine possible des terpènes et des résines, si abondamment répandus dans le règne végétal.

» Il suffirait cependant de savoir reproduire, avec un sucre bien défini, quelque homologue du térébenthène pour établir entre ces deux principes une relation d'où, par analogie, on pourrait conclure au mécanisme probable de la synthèse du térébenthène lui-même.

» Une première donnée m'a été fournie à cet égard par l'étude du produit de réduction de la perséite; je me propose, dans cette Note, de démontrer qu'il possède tous les caractères d'un terpène inférieur.

» On se rappelle que, en traitant la perséite $C^7H^{16}O^7$ par l'acide iodhydrique bouillant, j'ai réussi à la transformer en un carbure de formule C^7H^{12}. Cet heptine est identique à celui que M. Renard a extrait des huiles de colophane (¹); il représente en outre un produit de synthèse, puisque M. Fischer a reproduit la perséite en partant de la mannite (²).

» Or l'heptine, tel qu'il a été défini par M. Renard, présente déjà quelques-unes des propriétés caractéristiques des terpènes : éminemment oxydable, il se résinifie à l'air et se transforme, en présence de l'eau, en un oxyhydrate cristallisé $C^7H^{14}O^2$, véritable homologue inférieur de la terpine $C^{10}H^{20}O^2$; vis-à-vis du brome, il se comporte comme un carbure divalent et donne un dibromure cristallin $C^7H^{12}Br^2$: de même avec l'acide iodhydrique et l'acide chlorhydrique, qui fournissent les composés $C^7H^{13}Io$ et $C^7H^{13}Cl$; mais il s'écarte du térébenthène par sa composition

(¹) Maquenne, *Annales de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. XIX, p. 5. — Renard, *ibid.*, t. I, p. 223.

(²) *Berichte der deuts. chem. Gesellschaft*, t. XXIII, p. 936 et 2231.

chimique, qui le rattache à la série C^nH^{2n-2}, alors que les terpènes font partie du groupe C^nH^{2n-4}.

» C'est cette contradiction apparente, explicable d'ailleurs par l'existence dans la molécule du térébenthène d'une liaison intérieure en *para*, qui m'a engagé à poursuivre l'étude de l'heptine.

» On sait que l'une des réactions les plus particulières aux terpènes est leur combinaison directe avec le chlorure de nitrosyle : j'ai reconnu que l'heptine se comporte de même, et qu'il donne, avec ce réactif, un composé d'addition $C^7H^{12}AzOCl$, particulièrement facile à obtenir et absolument comparable aux nitrosochlorures terpéniques $C^{10}H^{16}AzOCl$ décrits par MM. Tilden et Wallach.

» *Nitrosochlorure d'heptine*. — Pour préparer ce corps il suffit de projeter de l'azotite de sodium, par petites portions à la fois et en agitant, dans un mélange refroidi d'heptine et d'acide chlorhydrique; la couche surnageante se colore rapidement en vert, puis se prend en une masse cristalline; on essore alors à la trompe, on lave avec soin, puis on dessèche dans le vide à la température ordinaire.

» Le nitrosochlorure d'heptine est un beau corps cristallisé en aiguilles microscopiques d'un bleu pâle, rappelant la couleur du sulfate de cuivre pulvérisé et qui possède une forte odeur de camphre; il fond vers 92°, en se volatilisant et se décomposant en partie. Très instable, il se résinifie peu à peu, même dans le vide, et ne peut être conservé pur que pendant quelques heures. L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	51,76	52,01
Hydrogène	7,56	7,43
Chlore	21,91	21,98
Azote	8,65	8,67

» Cette réaction du chlorure de nitrosyle, qui, en dehors des terpènes, ne s'observe que chez un petit nombre de corps incomplets, nous a paru décisive et de nature à justifier le rapprochement chimique qu'il s'agissait d'établir; il ne restait plus qu'à faire voir que ce rapprochement est conforme aux propriétés physiques des mêmes produits, et, en particulier, à la comparaison de leurs puissances réfractives.

» Brühl, qui a récemment étudié à ce point de vue les principaux isomères du térébenthène, a été conduit à admettre dans la plupart de ces carbures l'existence d'une double liaison unique [1]; l'examen de l'heptine nous a conduit précisément à la même conclusion.

---

[1] *Berichte der deuts. chem. Gesellschaft*, t. XXV, p. 153.

» En effet on a trouvé, avec un produit rectifié sur le sodium et passant de 104°,6 à 105°,3 :

Longueurs d'onde...	656 ($H\alpha$)	589,2 (Na)	534,9 (Tl)	451 ($In\alpha$)	410,1 ($In\beta$)	∞
Indices à 25°.......	1,44077	1,44352	1,44674	1,45455	1,46032	1,42877

Densité à 25°........................ 0,7923

» Si l'on transporte ces valeurs dans la formule de Lorenz

$$MR = \frac{M}{D}\,\frac{n^2-1}{n^2+2}$$

et que l'on compare les réfractions moléculaires ainsi déterminées à celles que donne le calcul, d'après Landolt, il vient :

Longueurs d'onde.........	$H\alpha$	∞
M. R. trouvé.............	31,99	31,22
M. R. calculé............	29,84	29,25
Différences..............	2,15	1,97

» Ces différences, très voisines des nombres 1,78 et 1,60, qui, suivant Landolt et Brühl, caractérisent une double liaison entre deux atomes de carbone voisins, définissent l'heptine comme un carbure divalent, ce qui concorde avec l'ensemble de ses réactions chimiques et confirme définitivement les analogies qu'on avait tirées de ces dernières.

» Il résulte de cette étude que l'heptine est un corps à noyau cyclique, vraisemblablement de structure hexagonale comme l'hexaméthylène C^6H^{12} et le benzène C^6H^6, mais intermédiaire par son degré d'hydrogénation entre ces deux types extrêmes.

» En résumé, et quelle que soit d'ailleurs sa formule de constitution, les recherches que je viens d'exposer montrent que l'heptine doit prendre place parmi les homologues inférieurs du térébenthène $C^{10}H^{16}$ ou mieux du menthène $C^{10}H^{18}$, qui se forme dans l'action de l'anhydride phosphorique sur le menthol. C'est le premier exemple connu d'une synthèse totale effectuée dans cette série, autrement que par polymérisation d'un carbure plus simple, et sa réalisation par l'emploi d'un hydrate de carbone naturel nous permet de concevoir sans peine la genèse des composés terpéniques, en apparence si éloignés des sucres qu'ils ne semblaient avoir avec eux aucune relation d'origine. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De la présence, dans la paille, d'un ferment aérobie, réducteur des nitrates.* Note de M. **E. Bréal**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« MM. Schlœsing et Müntz ont reconnu dans toutes les terres labourées la présence du ferment nitrique; je signale aujourd'hui l'existence d'un autre ferment, également aérobie, mais agissant en sens inverse du précédent, puisqu'il réduit les nitrates.

» Ce ferment se rencontre dans les pailles, et sans doute dans tous les débris végétaux. Si l'on examine avec soin une paille, en se servant comme réactif du sulfate de diphénylamine, on constate qu'elle porte presque toujours à la surface des traces de nitrates; mais si on la maintient pendant quelques jours dans l'eau, le réactif n'indique plus d'acide nitrique, et pourtant il permet d'en reconnaître $\frac{1^{gr}}{10\,000\,000}$ (1).

» En ajoutant successivement à l'eau de la paille des quantités croissantes de nitrates, on les voit rapidement disparaître.

» Cette réduction de l'acide azotique est due à un ferment, car si nous stérilisons la paille mouillée par la chaleur ou par un antiseptique comme le bichlorure de mercure, les nitrates ne disparaissent plus.

» Le ferment est principalement attaché à la paille; pour le montrer, j'ai mis de la paille dénitrifiante en présence de 800^{cc} d'eau contenant $0^{gr},100$ de salpêtre; le lendemain, il n'y avait plus de nitrate. J'ai réparti le liquide par volumes égaux entre deux verres, mais en laissant dans l'un d'eux toute la paille, et j'ai ajouté à chacun des liquides $0^{gr},100$ de salpêtre. Après vingt-quatre heures, le liquide avec paille n'avait plus d'acide nitrique; l'autre n'était dénitrifié qu'après cinq jours.

» Pour reconnaître la présence de l'acide nitrique dans un liquide, j'en prélève une goutte que je fais tomber sur une lame de verre mince lavée une dernière fois avec une dissolution étendue d'acide chlorhydrique, et séchée loin de toute flamme. Je porte la lame sur une plaque chaude, et quand la goutte est desséchée et la lame refroidie, je laisse tomber sur la trace de la goutte un peu de réactif. S'il ne se produit pas de coloration bleue, il n'y a pas de nitrate dans le liquide.

» Quand c'est sur un corps solide, comme la paille par exemple, qu'on cherche l'acide nitrique, on le lave avec un peu d'eau distillée, et l'on examine une goutte de l'eau de lavage.

---

(1) Le sulfate de diphénylamine est préparé de la façon suivante : on fait bouillir de l'acide sulfurique pur, pour chasser la trace d'acide azotique qu'il peut contenir. Après refroidissement on dissout, dans 100^{gr} d'acide, 1^{gr} de diphénylamine, préalablement lavé à l'eau distillée et séché. On ajoute 25^{cc} d'eau distillée.

» Que devient l'azote des nitrates? Il ne se forme pas d'ammoniaque, comme c'est le cas dans les fermentations putrides. Se forme-t-il des composés moins oxygénés, tels que ceux qu'ont observés MM. Dehérain et Maquenne, et qui sont mis en liberté par un ferment anaérobie existant dans la terre végétale?

» J'ai recherché successivement chacun de ces produits; il ne se fait pas de bioxyde d'azote; ce gaz en arrivant à l'air se transforme en acide hypoazotique; or, si je mets le mélange de paille mouillée et de salpêtre dans un flacon dont je couvre l'ouverture avec une lame de verre portant en suspension une goutte de dissolution de potasse, l'acide viendrait se dissoudre dans la goutte liquide et je le reconnaîtrais avec le sulfate de diphénylamine. Il ne se fait pas d'acide azoteux; je le reconnaîtrais à la couleur bleue qui serait produite dans l'iodure de potassium amidonné et légèrement acide au moment où j'y verserais l'eau de la paille.

» Il ne peut donc se former que de l'azote ou du protoxyde d'azote. Pour voir lequel de ces gaz est mis en liberté, je me suis servi d'un flacon de 800^{cc} que j'ai rempli de paille imprégnée d'une dissolution de salpêtre à 1 pour 100. Au milieu de la paille est logée une éprouvette remplie de pierre ponce imbibée d'une dissolution concentrée de potasse. Le flacon est fermé avec un bouchon portant un manomètre à air rempli de mercure. Dans cet appareil, la paille mouillée convertit l'oxygène en acide carbonique qui est absorbé par la potasse; en même temps, il se dégage un gaz, car le mercure indique d'abord une dépression qui atteint, après huit jours, $0^{m},10$; il remonte ensuite peu à peu et, après le dix-septième jour, il est revenu à son niveau primitif. Si l'on examine le gaz à la fin de l'expérience, on voit qu'il n'est absorbé ni par la potasse, ni par le pyrogallol; quand on essaye de le faire détoner avec de l'hydrogène additionné de gaz de la pile, on ne remarque d'autre contraction que celle qui provient de l'union des gaz de la pile. C'est donc de l'azote.

» Le ferment qui décompose les nitrates est aérobie; car si l'on remplit le flacon dont nous venons de nous servir avec de l'oxygène, la réduction s'effectue encore aisément.

» Le ferment réduit les nitrates de la terre : on sait que ces sels ont une tendance à monter à la surface, pendant que la terre se dessèche. Si nous couvrons celle-ci avec de la paille mouillée et si nous laissons sécher lentement, nous ne trouverons plus de nitrates, ni à la surface du sol, ni dans la paille.

» Nous avons vu qu'une partie de l'azote des nitrates est mis en liberté; en même temps une autre portion de l'azote est engagée dans une matière

organique. Dans une première expérience j'ai perdu à l'état gazeux le tiers de l'azote contenu dans les nitrates, tandis que la paille avec le liquide qui la baignait avait triplé son azote organique. Dans une deuxième expérience, j'ai perdu 67 pour 100 de l'azote nitrique.

» Le dégagement d'azote occasionné par la paille n'est observé que si l'eau tient des nitrates en dissolution. Je l'ai reconnu en disposant deux séries d'éprouvettes : la première avait reçu de la paille humectée avec une dissolution de salpêtre à 1 pour 100, les éprouvettes renversées étaient maintenues sur la même dissolution; la seconde série avait reçu une égale quantité de la même paille, mais celle-ci avait été humectée avec celle de l'eau sans nitrate, et les éprouvettes étaient placées sur de l'eau. J'avais introduit dans toutes les éprouvettes $24^{cc},5$ d'air, contenant $19^{cc},6$ d'azote. Après sept jours, les gaz furent analysés.

Gaz contenu dans les éprouvettes renfermant la paille mouillée avec une dissolution de salpêtre (en centimètres cubes).

	Volume du gaz.	Après la potasse.	Après le pyrogallol.	Azote dégagé.
N° 1	26,5	25,0	21,6	2,0
N° 2	34,0	30,3	30,3	10,7
N° 3	27,5	26,3	25,1	5,5
N° 4	31,3	27,0	27,0	7,4

Gaz contenu dans les éprouvettes renfermant la paille mouillée avec de l'eau (en centimètres cubes).

	Volume du gaz.	Après la potasse.	Après le pyrogallol.	Azote dégagé.
N° 1	23,5	23,0	19,7	0
N° 2	21,2	20,8	19,7	0
N° 3	20,5	20,0	19,6	0
N° 4	19,5	19,5	19,5	0

» Nous voyons que les pailles qui n'ont pas été en contact avec le salpêtre n'ont pas dégagé d'azote. Nous remarquons que les pailles n° 1 et n° 3, qui ont dégagé de l'azote, n'avaient pas encore complètement épuisé l'oxygène de leur atmosphère, ce qui montre encore une fois que le ferment est aérobie.

» Cette réduction des nitrates par les débris végétaux est-elle à craindre dans les terres labourées? Nous ne le pensons pas, parce que ces terres ne retiennent que de faibles quantités d'eau, et par suite ne présentent pas les conditions favorables au développement du ferment. Il n'en est plus ainsi dans les prairies et dans les forêts : non seulement les débris végé-

taux portant le ferment réducteur sont abondants, mais, en outre, ces détritus y retiennent une proportion d'humidité suffisante pour que le ferment entre en jeu; on sait, en effet, que Boussingault, il y a plus de quarante ans, a constaté que ces sols ne renfermaient pas de nitrates. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la transmission héréditaire de caractères acquis par le* Bacillus anthracis *sous l'influence d'une température dysgénésique*. Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« Comme on le sait, le bacille du charbon cultivé à la température de 42°-43° ne donne pas de spores et sa virulence diminue de plus en plus. Réensemencé dans un milieu nouveau, placé à une température eugénésique, il recouvre la propriété de donner des spores, mais conserve le degré d'atténuation auquel il était arrivé. C'est sur ce fait qu'est basée la méthode de fabrication des vaccins de M. Pasteur.

» En outre, M. Chauveau a montré que l'influence atténuante d'un premier chauffage n'est point seulement passagère et qu'elle peut se transmettre héréditairement aux spores nées des filaments qui ont subi l'action de la chaleur. Dans le même ordre d'idées, j'ai pensé que les modifications dans les caractères végétatifs devaient aussi se transmettre héréditairement et qu'en se plaçant dans certaines conditions, on arriverait à les mettre en évidence et peut-être à les fixer définitivement.

» En partant de ce principe, j'ai opéré de la manière suivante : Une culture charbonneuse est mise à l'étuve à 42°. Au bout de quelques jours, on la réensemence dans deux matras, dont l'un est laissé à 42° et l'autre placé à 30°.

» La culture à 42° sert à deux nouveaux ensemencements, et ainsi de suite, jusqu'à ce que les cultures à 42° restent stériles. La limite à la puissance de végétabilité, dans ces conditions, varie suivant l'origine de la semence première et suivant l'intervalle laissé entre chaque génération.

» Les premières cultures à 30°, ainsi obtenues après chauffage de la semence, prolifèrent très bien et leur évolution ne diffère pas, en apparence, de celle des cultures non chauffées. Mais, au bout d'un certain nombre de générations à 42°, les caractères morphologiques des cultures filles développées à une température eugénésique se modifient sensiblement. Parmi ces modifications, celle de la disparition de la propriété sporogène est la plus facile à produire. Je l'ai étudiée spécialement sur du charbon très virulent.

» C'est le sang d'un mouton mort du charbon qui a servi de semence première aux cultures soumises au chauffage. Depuis cinq mois, j'ai propagé ces cultures à la température de 42° pendant vingt-cinq générations. L'intervalle entre chaque génération a varié entre deux et quinze jours. La végétabilité ne s'est pas encore sensiblement affaiblie. Mais, dès la huitième génération, des modifications importantes dans la virulence et les caractères morphologiques se sont manifestées dans les cultures filles replacées à la température eugénésique. En effet, ces cultures ont perdu la faculté de donner des spores. Quel que soit leur âge, elles ne résistent jamais au chauffage en tube capillaire à 65°, pendant quinze minutes. Cependant, la perte de la propriété sporogène n'est pas d'emblée définitive; elle se fait par degrés. C'est ainsi que, dans les premières générations après chauffage, la sporulation est de plus en plus retardée. La huitième génération reste bien elle-même définitivement asporogène, mais, réensemencée à 30°, elle donne une culture qui devient très riche en spores. A la douzième génération, après chauffage à 42°, les cultures successives restent asporogènes; mais, si on les fait passer par l'organisme de la souris, elles recouvrent, dans les cultures du sang, la propriété sporogène. Enfin, à la quatorzième génération, le passage par la souris a été inefficace, et les cultures semblent être devenues définitivement asporogènes.

» En même temps qu'elles ont perdu la propriété sporogène, les cultures ainsi obtenues après chauffage ont perdu la plus grande partie de leur virulence, car elles restent sans action sur le cobaye. Leur virulence pour la souris persiste pendant un certain temps avec le même degré apparent. Ce n'est que vers la vingtième génération que cette virulence disparaît complètement.

» Quoi qu'il en soit, il résulte des faits exposés dans cette Note que la chaleur peut être utilisée comme un nouveau moyen de production de charbon asporogène. Depuis que MM. Chamberland et Roux ont résolu cette question en faisant agir des solutions antiseptiques, le fait en lui-même n'a pas une grande importance; mais, si le mécanisme de la formation des spores est encore bien obscur, celui de leur mode de disparition ne l'est pas moins. Quand on aura déterminé toutes les conditions dans lesquelles la propriété sporogène peut être abolie, quand on aura tranché la question de savoir si cette propriété ne pourrait pas être constamment régénérée après avoir été abolie, possibilité que les faits précédents autorisent à entrevoir, alors seulement on connaîtra la valeur qu'il faut accorder à la sporulation comme caractère spécifique. C'est pourquoi j'ai tenu à faire connaître ce nouveau procédé pour fabriquer la bactéridie asporogène.

» En dehors de cette question spéciale, il ressort clairement des résultats de ce travail que des modifications légères imprimées à ce microbe peuvent devenir permanentes au bout d'un certain nombre de générations et qu'il se produit, dans ces conditions, une véritable *accumulation des influences héréditaires*. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur l'azote du sang*. Note de MM. **F. Jolyet** et **C. Sigalas**, présentée par M. Bouchard.

« On sait que le coefficient d'absorption du sang pour l'azote est plus grand que celui du sérum. Une certaine quantité d'azote est donc absorbée par les globules : cet azote, fixé par le globule, est-il combiné, simplement dissous, ou forme-t-il une couche gazeuse adhérente à la surface du globule, suivant l'opinion de M. Merget ([1])? Les expériences que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie nous semblent propres à indiquer le rôle des globules dans l'augmentation du coefficient d'absorption du sang pour l'azote.

» A. On détermine d'abord comparativement le coefficient de solubilité de l'azote dans le sérum et dans le sang d'un animal donné, en saturant ces liquides d'air atmosphérique, c'est-à-dire d'azote à une tension égale à $\frac{4}{5}$, et soumettant ensuite au vide de la pompe à mercure pour l'extraction. On fait ensuite la même détermination sur des sangs du même animal, de plus en plus riches en globules (le sang de cheval est celui qui convient le mieux pour ces expériences). On recherche enfin les quantités d'azote absorbées par les mêmes liquides après destruction des globules et extravasation de leurs principes constituants dans le sérum.

» Le Tableau ci-dessous résume ces expériences (T = 14°-15°) :

Azote absorbé par 100cc			
de liquide sanguin (globules intacts).		de liquide sanguin (globules détruits).	de sérum.
1,84	(sang normal. Chien).	»	1,17
1,78	(» Cheval).	1,5	1,11
2,36	(sang 2 fois plus riche en glob.).	»	1,11
2,76	(» » »).	1,7	1,11
3,78	(Dépôt glob. très concentré).	1,8	1,11

» Ces chiffres montrent que le coefficient d'absorption du sang pour l'azote, qui est plus considérable que celui du sérum : 1° augmente avec le

([1]) *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles*. Bordeaux, 1882.

nombre des globules contenus dans le liquide sanguin; 2° diminue dans des proportions très notables après la destruction de ces globules dans le même liquide.

» B. La détermination des coefficients d'absorption du sang et du sérum pour l'hydrogène nous a donné les résultats suivants (T = 14°-15°) :

H absorbé par 100cc de liquide sanguin.		H absorbé par 100cc de sérum.
1,85	(sang normal. Cheval)................	1,74
1,85	(» »)................	1,76
1,94	(sang plus riche en globules)..........	»
2,5	(Dépôt globulaire très concentré).......	»

» On voit : 1° que le coefficient d'absorption du sérum pour l'hydrogène est, de même que pour l'azote, légèrement inférieur à celui de l'eau; 2° que le coefficient d'absorption du sang pour l'hydrogène est également plus grand que celui du sérum; 3° qu'il augmente avec le nombre des globules contenus dans le liquide sanguin, mais dans des proportions beaucoup moindres que pour l'azote.

» C. D'autre part, les quantités d'azote absorbées par le sang croissent avec la pression.

Az absorbé par 100cc de sang.		Pressions.
		mm
1,76	(sang de mouton)......................	758
1,58	»	612
1,44	»	503
2,76	(sang de cheval)......................	749
1,48	»	374

» De ces expériences, il nous paraît résulter que les globules jouent, en tant que corps solides en suspension dans le plasma sanguin, un rôle important dans l'absorption de l'azote. Eux détruits, en effet, l'absorption diminue dans des proportions très notables; et cette diminution ne peut être nullement expliquée par une diminution du coefficient de solubilité du gaz dans un liquide chimiquement identique.

» D'un autre côté, nos expériences sur l'hydrogène écartent l'hypothèse de la combinaison de l'azote avec les globules, à moins d'admettre aussi une combinaison de l'hydrogène.

» L'ensemble des résultats obtenus s'accorde avec l'hypothèse du glo-

bule sanguin agissant comme corps solide sur l'azote et sur l'hydrogène et retenant mécaniquement une certaine quantité de ces gaz. On s'explique ainsi comment le coefficient d'absorption du sang est moins augmenté par les globules pour l'hydrogène que pour l'azote; les expériences anciennes de de Saussure, et celles plus récentes de Chappuis, ayant montré que, dans la condensation des gaz par les solides, l'hydrogène est de tous le moins énergiquement retenu. L'adhérence énergique des gaz ainsi condensés par les globules explique aussi pourquoi l'azote du sang ne suit pas exactement la loi de Dalton. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Anatomie de l'appareil nerveux hypogastrique des Mammifères*. Note de M. **Lannegrace**, présentée par M. Bouchard.

« Cette Note a pour but de préciser les dispositions anatomiques de l'appareil nerveux qui dessert les organes intrapelviens, chez les Mammifères employés pour les recherches de laboratoire. Cette étude permettra de mieux comprendre la morphologie du sympathique abdominal chez l'homme.

» Les organes intrapelviens sont immédiatement desservis par les deux *plexus hypogastriques*. Chaque plexus reçoit deux nerfs afférents; en raison de leur terminaison commune d'une part, de leur origine ou de leurs rapports d'autre part, je désigne l'un sous le nom de *nerf hypogastrique médullaire ou sacré*, l'autre sous le nom de *nerf hypogastrique sympathique ou lombaire*.

» A. *Nerf hypogastrique médullaire ou sacré*. — Ce nerf relie directement le plexus à la moelle. Il naît toujours par plusieurs racines : chez le

Lapin, des nerfs sacrés	......	II (peu), III (surtout), IV.
Cobaye, »	......	Id.
Chien, »	......	I (peu), II (surtout), III (peu ou pas).
Chat, »	......	II, III.
Singe, »	......	I, II.
Homme, »	......	II (peu), III (surtout), IV.

» Par la Physiologie, on démontre que la partie de la moelle située en regard du point d'implantation des racines rachidiennes, d'où naissent les nerfs hypogastriques sacrés, joue le rôle d'un centre que j'appellerai *centre hypogastrique sacré*. (La dissociation en centres distincts vésical, génital, anal, est impossible anatomiquement

et physiologiquement.) Pour fixer la position de ce centre, il devient donc nécessaire de préciser les origines médullaires des nerfs hypogastriques sacrés par rapport à la colonne vertébrale. Ces origines se font de la façon suivante :

Lapin, au niveau des vertèbres lombaires...	VI, VII (entre).
Cobaye, » ...	V ($\frac{1}{2}$ post.).
Chien, » ...	IV ($\frac{1}{3}$ inf.), V ($\frac{1}{3}$ sup.).
Chat. » ...	V ($\frac{1}{3}$ post.), VI.
Singe, » ...	III, IV (entre).
Homme, » ...	I ($\frac{1}{2}$ sup.).

» Je rappellerai que le lapin, le chien, le chat, le singe ont sept vertèbres lombaires; que le cobaye en a six et l'homme cinq.

» B. *Nerf hypogastrique sympathique ou lombaire.* — Ce nerf relie le plexus au *ganglion mésentérique inférieur*. Les deux nerfs, droit et gauche, sont isolés sur tout leur parcours chez la plupart des Mammifères. Chez le lapin, ils sont confondus à leur partie supérieure et ne se séparent qu'au moment de pénétrer dans le bassin. Chez l'homme, ils s'anastomosent fréquemment dans leur partie lombaire et forment là un véritable plexus; mais ces dispositions plexiformes ne doivent pas nous faire méconnaître leur rôle de simples commissures.

» C. *Ganglion mésentérique inférieur.* — Ce ganglion a un rapport constant; il est placé à l'origine même de l'artère homonyme, au-dessus ou au-dessous. Suivant les animaux, il est représenté par un noyau unique ou par plusieurs noyaux. Chez le cobaye, il est unique, placé sur l'artère. Chez le lapin, il est représenté par un noyau allongé, placé un peu au-dessus de l'artère et par une ou deux nodosités placées à l'origine même de l'artère. Chez le chien, le ganglion embrasse étroitement l'origine de l'artère. Chez le chat, on voit trois ou quatre nodosités formant un bracelet autour de l'artère. Chez le singe, il est au-dessous de l'artère en une masse compacte ou plexiforme. Chez l'homme, les auteurs classiques français ne le signalent même pas; Henle le dénomme, le figure, le place au-dessous de l'artère, où, en effet, on le trouve plus ou moins accentué.

» Ce ganglion, d'où part le plexus mésentérique, reçoit deux ordres de commissures, qui forment ce qu'on appelle le *plexus lombo-aortique*.

» 1° *Commissure médiane, intermésentérique.* — Elle est constituée par des filets, qui relient le ganglion au système solaire.

» Chez tous les Mammifères de laboratoire, même chez le singe, le système solaire est très simple : il comprend *deux ganglions cœliaques, un ganglion mésentérique supérieur, deux ganglions rénaux,* tous placés à la base des artères homonymes. Chez l'homme, dont le cerveau abdominal s'est compliqué comme le cerveau cranien, le type primitif s'obscurcit; mais il se retrouve; il est décrit et même figuré, presque avec toute sa simplicité, dans l'anatomie de Henle.

» La majeure partie des filets de la commissure se jettent dans le ganglion mésentérique supérieur; les autres vont aux ganglions cœliaques et aux ganglions rénaux.

» 2° *Commissures latérales.* — Elles sont ordinairement au nombre de trois, et s'accolent à la chaîne latérale du sympathique : chez le

Lapin au niveau des vertèbres lombaires	....	III, IV, V
Cobaye »	....	II, III, IV
Chien »	....	III, IV, V
Chat »	....	IV, V, VI
Singe »	....	III, IV
Homme »	....	II, III.

» Ces commissures paraissent recevoir très peu du sympathique et être la suite directe des rameaux communiquants correspondants; chez l'homme, on peut voir nettement qu'elles se rattachent aux deux premiers nerfs lombaires.

» L'Anatomie permet donc de déterminer approximativement la région de la moelle d'où partent les racines du ganglion mésentérique inférieur. La Physiologie démontre que cette région constitue, pour les organes intrapelviens, un centre d'innervation que j'appellerai *centre hypogastrique lombaire*.

» Chez les animaux, les deux centres hypogastriques (lombaire et sacré) sont séparés par un intervalle assez grand, ce qui permet d'expérimenter isolément sur chacun d'eux. Mais chez l'homme, dont la moelle s'est très tassée à la partie inférieure, les deux centres ne sont séparés que par la hauteur du corps de la douzième vertèbre dorsale; aussi serait-il très difficile, sans le secours de la Physiologie, de dissocier les symptômes appartenant en propre à chaque centre dans les cas de lésions traumatiques.

» *Nota.* — L'innervation du rectum est assez différente de celle des autres organes intrapelviens pour nécessiter une étude spéciale. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la faune d'Oiseaux pliocènes du Roussillon.* Note de M. **Ch. Depéret**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Oiseaux de l'époque pliocène sont jusqu'ici fort peu connus. Les paléontologistes ont décrit seulement quelques rares débris d'Oiseaux de mer ou de rivage provenant des gisements d'Angleterre, de Montpellier, d'Italie et de l'Inde. Les Oiseaux terrestres, plus capables que les autres d'imprimer à la faune pliocène son cachet spécial, en raison de leur aire de

distribution géographique en général plus restreinte, restaient encore à peu près entièrement à découvrir.

» Grâce aux recherches patientes et dévouées que M. le D[r] Donnezan poursuit depuis plusieurs années dans les limons pliocènes des environs de Perpignan, j'ai pu réunir une assez belle série d'ossements d'Oiseaux de ces gisements qui appartiennent à l'époque du pliocène moyen (étage astien).

» Les cinq espèces qu'il a été possible de caractériser d'une manière suffisante peuvent être réparties en deux groupes, l'un de ces groupes présentant des affinités avec nos Oiseaux indigènes actuels d'Europe, tandis que le second groupe montre des rapports curieux avec la faune ornithologique de la région *indo-malaise*.

» 1° *Groupe européen.* — A ce groupe appartiennent :

» Un *Corbeau*, très voisin du grand Corbeau actuel (*Corvus corax*) dont il diffère seulement par des dimensions d'un bon quart plus faibles et par quelques détails d'ostéologie, tels que : l'absence de gorge en arrière de la trochlée du doigt externe; la saillie plus grande du tubercule ligamentaire placé sur le côté du condyle interne du tibia; la forme ovalaire, au lieu d'être arrondie, de l'empreinte du muscle long extenseur de la main. Malgré ces quelques différences, il me semble que le Corbeau pliocène doit être considéré comme la souche directe du Corbeau actuel, d'où le nom de *Corvus præcorax*, qui consacre cette ancienne origine de notre Corbeau.

» Une espèce du genre Grive (*Turdus*), d'après des humérus et des cubitus de la taille de la Grive de vigne actuelle (*Turdus musicus*), mais un peu plus grêles et plus allongés relativement.

» 2° *Groupe indo-malais.* — Dans ce groupe rentrent :

» Un petit Gallinacé que la présence sous la tête de l'humérus d'une fosse profonde pour l'insertion du triceps rapproche du groupe qui comprend les Colins d'Amérique (*Ortyx*), les Roulouls de Malaisie (*Cryptonyx*) et le genre fossile du tertiaire d'Europe (*Palæortyx* M.-Edw.).

» L'ensemble des affinités de l'Oiseau pliocène, tirées en particulier de la petitesse relative de la fosse tricipitale et des proportions robustes des os des membres, m'a paru pencher de préférence vers les *Cryptonyx*, dont il diffère cependant par l'os de la patte plus court, plus large, dépourvu de crête postéro-interne.

» L'Oiseau de Perpignan mérite de constituer une coupe générique nouvelle que je désignerai sous le nom de *Palæocryptonyx*, en dédiant l'espèce à M. Donnezan sous le nom de *P. Donnezani*.

» Un autre Gallinacé du genre Coq (*Gallus*) d'après un coracoïdien de taille supérieure à celui de tous les Coqs actuels, et qui d'après cela peut être rapporté provisoirement au *Gallus Bravardi* Gerv. du pliocène d'Ardé (Auvergne).

» Enfin une Oie de petite taille, d'après un tibia que ses caractères particuliers, tels que la largeur remarquable du pont sus-tendineux, la forme étroite et comprimée

du condyle interne rapprochent du groupe asiatico-africain, des *Nettapus* notamment. L'espèce reçoit le nom d'*Anser anatoïdes*.

» Ces rapprochements des Oiseaux pliocènes du Roussillon avec des types de la région indo-malaise confirment les affinités d'ensemble de la forme des vertébrés pliocènes d'Europe avec les animaux actuels de cette contrée.

» Toutes ces formes nouvelles seront prochainement décrites et figurées dans les *Mémoires de Paléontologie* de la Société géologique de France. »

ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *La faucille de la fin de l'âge de la pierre.* Note de M. **Émile Cartailhac**, présentée par M. Albert Gaudry.

« On rencontre, dans les gisements préhistoriques des régions orientales et occidentales de la Méditerranée, des silex travaillés d'un type particulier. Ce sont des tronçons de lames, d'une longueur de 6^{cm} à 8^{cm} en moyenne, ayant la forme d'un trapèze ou d'un rectangle, dentés le long de leur plus grand côté ou simplement garnis de ces petites encoches que les spécialistes appellent des *retouches*. Ce bord n'est pas toujours rectiligne; il se montre convexe, plus souvent concave, et d'autres fois il présente alternativement des bombements et des rentrées.

» Ces outils ont été longuement utilisés. Les dents et les retouches ont rarement conservé la vivacité de leurs arêtes. La lame est alors polie, lustrée par l'usage sur une bande de 3^{mm} à 10^{mm} de largeur tout le long du bord. Les parties inférieures ont seules conservé leur aspect mat et naturel.

» Quelques spécimens ont encore des traces du bitume ou du mastic qui devait servir à les fixer dans la rainure d'un manche resté inconnu jusqu'ici.

» On a appelé ces objets des *scies* et l'on a supposé qu'ils en avaient réellement rempli l'office. Dans mon travail sur les *Ages préhistoriques de l'Espagne et du Portugal*, en 1886, j'ai cependant fait observer que des lames de silex non dentées, munies de leur tranchant ordinaire, auraient scié plus aisément.

» De tels silex ont été recueillis en nombre aux environs d'Alméria, province de Murcie, en Espagne, par MM. Siret, ingénieurs belges. Dans les ruines des bourgades antiques, ils étaient exclusivement dans les maisons

des marchands de grains et des meuniers, demeures faciles à distinguer aux vases remplis d'orge, de farine, et aux meules multipliées. On trouvait là de petits amas de ces pierres, véritables provisions.

» Thérasia et Santorin, si bien étudiés et décrits par M. Fouqué, en ont livré de semblables qui gisaient au niveau des villages préhistoriques engloutis sous le tuf ponceux par une grande éruption.

» La Grèce entière les possédait aussi. Ils avaient, dès 1872, fixé l'attention du regretté Albert Dumont et de M. E. Burnouf. Ce dernier les avait considérés comme ayant servi à former les dents de cette espèce de herse primitive, encore en usage en Orient, et qui consiste en une grande et lourde planche dont la face hérissée de petites pierres est promenée à la surface des sillons, le *tribulum* et l'*alonistra* des anciens, le *donaki* moderne. Bien que ces silex soient toujours nombreux dans les lieux où il y avait jadis des aires, Dumont refuse cette hypothèse, qui ne rend pas compte d'une série de détails.

» Schliemann a exhumé quantité de tels silex des ruines les plus anciennes d'Hissarlick. Il les a décrits et figurés avec soin dans son beau livre sur Ilios. Il note que les pierres des alonistras sont plus épaisses, non dentées, et ne présentent pas même un bord tranchant. Pour lui ce sont des scies.

» Enfin les collections de l'Asie occidentale renferment presque toutes de pareils exemplaires. Mais c'est en Égypte que l'on vient de constater des faits qui expliquent leur destination.

» Un archéologue anglais, M. Flinders Petrie, a étudié depuis vingt ans les antiquités égyptiennes. Il s'est efforcé de recueillir une foule de vestiges, trop dédaignés jusqu'ici à cause de leur peu d'apparence et de valeur intrinsèque, mais infiniment précieux pour l'histoire de la civilisation et de l'art. C'est ainsi qu'il a fouillé la ville de Kahun, bâtie pour les ouvriers constructeurs de la pyramide d'Illahun. La pyramide fut achevée au bout de cent ans et la ville fut abandonnée. M. Petrie a retrouvé les maisons comme si les habitants venaient de les quitter, encore encombrées de débris et d'objets délaissés. Les outils de cuivre et de silex abondent. Ces derniers sont souvent la copie des formes métalliques. Quelques-uns sont si beaux qu'ils peuvent rivaliser avec les plus admirables silex taillés du Danemark.

» L'outil le plus intéressant est une faucille de bois dont le tranchant est formé par une file de lames de silex dentées. Des silex identiques sont communs dans les demeures des marchands de grains et des meuniers.

» J'ai pu étudier récemment à Londres, grâce à la complaisance de MM. les conservateurs du *British Museum*, ces curieuses trouvailles; et j'ai constaté l'identité parfaite des silex dentés de l'Égypte avec ceux des gisements que j'ai cités plus haut. Tous ont eu évidemment la même destination. Ce sont les restes de faucilles. Leurs divers caractères s'expliquent dès lors et ils ne s'expliquent pas autrement.

» Pouvons-nous fixer leur âge? Que ce soit en Espagne ou dans le monde grec, ils paraissent lorsque l'âge de la pierre vient de prendre fin ou va prendre fin. Ils restent assez longtemps en usage. Nous avons à cet égard des renseignements précis.

» En Égypte, ils sont datés. Je tiens de M. Maspero, notre illustre égyptologue, que la pyramide d'Illahun est de 3300 ou 3200 ans avant notre ère. D'autre part, à Santorin, ces silex sont contemporains des plus archaïques vases grecs. A Troie, ils disparaissent quand arrive la population lydienne.

» Nous avons ainsi un renseignement qui projette une première lueur sur la chronologie préhistorique dans le bassin de la Méditerranée. »

HYDROLOGIE. — *Sur le régime des eaux artésiennes de la région d'El Goléa.* Note de M. **Georges Rolland**, présentée par M. Daubrée.

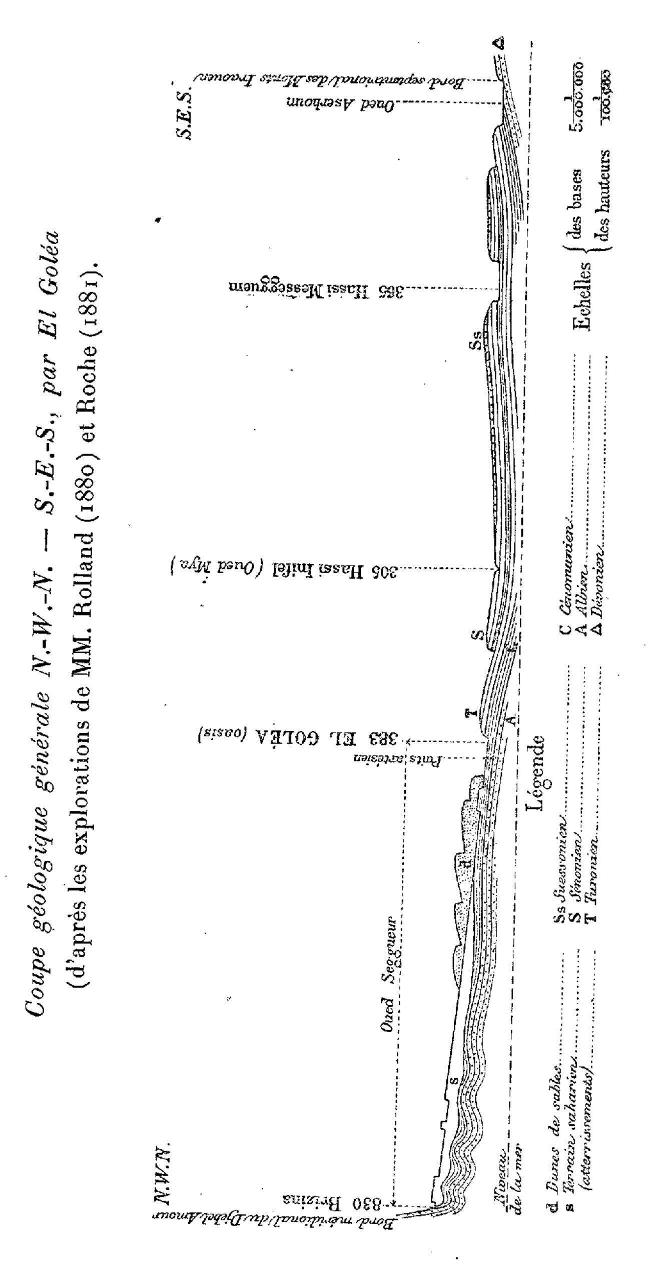
« El Goléa, — dont il m'a été donné d'étudier la géologie et l'hydrologie dès 1880 (mission Choisy) (¹), — n'était hier qu'une petite oasis, isolée à l'extrême sud du haut Sahara d'Alger, sans importance actuelle ni passé commercial. Aujourd'hui un poste y a été créé sous les ordres du capitaine Lamy; c'est le point choisi comme centre militaire de nos possessions du sud-ouest. Des sondages y ont été entrepris avec succès, et une œuvre de rénovation agricole y a été inaugurée. Je dois à M. le lieutenant Reibell, l'officier distingué qui commande la compagnie montée à Mehari d'El Goléa, d'intéressants renseignements sur ces travaux.

» Ci-joint une coupe géologique N.-W.-N. — S.-E.-S. par El Goléa, allant du pied de l'Atlas oranais aux premiers contreforts du Sahara central.

» La plaine d'El Goléa (altitude, 383^{m}), formée d'alluvions sableuses, occupe le fond d'un couloir (*djoua*), entre la falaise de la Craie moyenne et les grandes dunes de l'Erg occidental. Cette vallée représente le pro-

(¹) Voir dans ma *Géologie du Sahara* la description de la région d'El Goléa.

longement de l'Oued Seggueur, qui, après avoir tourné vers le sud, longe le bord occidental de l'oasis, se continue par la Sebkha-el-Melah, et se



Coupe géologique générale N.-W.-N. — S.-E.-S., par El Goléa (d'après les explorations de MM. Rolland (1880) et Roche (1881).

poursuit par le sud-ouest, sous le nom d'Oued Meguiden, vers le Gourara.

» Trois puits artésiens y ont été forés par l'administration militaire.

N° d'ordre.	Nom.	Emplacement.	Profondeur du sondage.	Profondeur de la nappe captée.	Débit en litres par minute.	Hauteur de l'orifice au-dessus du sol.	Température de l'eau.
		km	m	m	lit	m	o
1 (printemps 1891).	Bel Aïd...........	1,2 au nord-ouest du nouveau bordj.	55,15	43,75	800	2,4	24
2 (été 1891).......	Djenan bel-Bachir.	4,2 au nord.	67,45	67,00	2943	2,5	»
3 (hiver 1892)....	Hassi-el-Gara.....	3,5 au sud-est.	81,10	68,70	2719	7,00	25

» La coupe la plus nette est celle du puits n° 3. Sous les alluvions et jusqu'à $68^{m},70$, marnes et argiles, rouges, vertes, bigarrées, avec intercalations sableuses et calcaires; massif tout à fait semblable à l'escarpement d'El Goléa et appartenant au Cénomanien (deux nappes ascendantes et une petite nappe jaillissante). Au-dessous, sables rouges argileux, qui renferment la nappe artésienne principale; ceux-ci représentent, soit le prolongement des grès albiens du Djebel Amour, soit la transition entre le Cénomanien et l'Albien. Les coupes des n°s 1 et 2 sont analogues, sauf que les niveaux sableux dominent dans la moitié inférieure. — Ainsi la nappe artésienne d'El Goléa a son gisement dans les terrains crétacés moyens. A cet égard, elle diffère complètement de celles de l'oued Rir' et de Ouargla, qui sont renfermés dans les atterrissements sahariens.

» Ici comme là, toutefois, l'alimentation s'opère par le nord. Les couches de la Craie moyenne se poursuivent, en se relevant vers le nord-ouest-nord sous les dunes de sable, puis sous les atterrissements, jusqu'aux montagnes du Djebel-Amour et des Ksour, où les grès albiens émergent et dominent. Les eaux de pluie et de neige, qui tombent sur ces montagnes, sont absorbées en partie par leurs grès perméables; des nappes souterraines se forment et s'écoulent suivant le pendage des couches vers le sud-est-sud, y acquièrent, sous la couverture des marnes cénomaniennes, une pression croissante, et contribuent ainsi à l'alimentation de la nappe profonde d'El Goléa, où elles jaillissent à 1600^{m} en contre-bas de leurs lieux d'origine. D'autre part, les eaux météoriques du Sud oranais sont collectées par les affluents de l'oued Seggueur et des oueds similaires du Sahara occidental; l'écoulement permanent et les crues accidentelles de ces oueds donnent lieu à une série d'infiltrations dans les atterrissements, puis dans les grandes dunes, et ensuite de ces formations dans les terrains sous-jacents. Enfin, le trop-plein d'eau du réservoir des dunes s'égoutte à leur base et alimente la nappe presque superficielle que renferment les alluvions des plaines adjacentes. Celle-ci se trouve particulièrement abondante dans la plaine d'El Goléa, en raison de la falaise crétacée, qui non seulement barre les eaux en aval, mais encore, par sa forme d'arc concave, tend à les emprisonner.

» Les puits ordinaires à bascule qui s'adressent à cette première nappe ont de 5^m à 6^m (quelques-uns davantage). En outre, trois puits indigènes se distinguent, en ce qu'ils sont artésiens et même jaillissants, très faiblement il est vrai. Ils n'ont que $7^m,90$ à $8^m,30$, mais correspondent évidemment avec la nappe crétacée de la profondeur. Je suppose qu'ils ont été creusés à l'emplacement d'anciennes sources naturelles.

» De petites sources se rencontrent en effet le long de la vallée. M. Reibell en a compté onze sur 18^{km}. La plupart sont obstruées; les autres ont des débits insignifiants. Elles sont situées au centre de dépressions plus ou moins accusées; l'eau sourd au sommet d'un petit tertre argileux, sorte de cône de déjection déposé par la source elle-même et emprunté aux couches cénomaniennes, au travers desquelles les eaux sous pression se sont frayé passage.

» Signalons enfin les vestiges des galeries et tranchées de drainage, qui, sous le nom de *feggaguir*, sillonnaient autrefois la plaine. Elles prenaient naissance, soit à une source, soit au pied de l'Erg. M. Reibell en a retrouvé dix. L'une d'elles, avec ses ramifications, avait 10^{km}. Huit aboutissaient dans le bas-fond de 1^{kmq}, situé au pied du ksar. Ces feggaguir remontent à une époque antérieure à la conquête arabe : elles dénotent une préoccupation agricole et une aptitude au travail qui ne se rencontrent plus chez les habitants actuels du pays. Mais on comprendrait difficilement de tels travaux de drainage, si jadis les indigènes avaient su atteindre la nappe jaillissante du sous-sol; aussi ne saurais-je admettre l'hypothèse du commandant Deporter, d'après laquelle la région d'El Goléa possédait autrefois des puits artésiens comme ceux de l'oued Rir' et de Ouargla.

» L'eau d'El Goléa est excellente pour le Sahara ($0^{gr},25$ par litre).

» Le climat d'El Goléa était, jusqu'ici, fort sain, en raison même du peu d'importance des irrigations. Aujourd'hui la situation tend à se modifier : autour du puits n° 1 s'est formé un lac de plus de 300^m de diamètre; le n° 2 envoie ses eaux dans le bas de l'oasis, où séjournent des mares d'eau stagnante. Il en est déjà résulté des cas de fièvres paludéennes. Le remède est de donner au trop-plein des eaux d'irrigation un écoulement convenable. La pente le long du lit de l'oued Seggueur doit être suffisante pour permettre d'y creuser une grande tranchée d'évacuation vers le sud.

» Pour les nouvelles recherches artésiennes, le guide le plus sûr sera fourni par les sources naturelles. L'allure du gisement aquifère doit, d'ailleurs, être assez régulière. S'arrêter aux premières nappes jaillissantes et se contenter de puits de faibles débits vaudra peut-être mieux.

» Ce nouveau bassin ne rivalisera jamais avec l'oued Rir', qui est ali-

menté par l'Aurès et débite plus de 308000^{lit} par minute. Mais les sondages y réussiront depuis Enteg-es-Srir jusqu'à Hassi-el-Gara, soit sur une longueur de plus de 10^{km} et une largeur de 3^{km}, et l'on pourra rendre à cette plaine son ancienne fertilité. De même, plus au sud, jusqu'à la Sebkha-el-Melah; mais la bande irrigable devient ici assez étroite. A l'ouest, au milieu des dunes de Deglet Choucha, on créera de petits jardins, comme dans le Souf. Avant peu, l'oasis revivifiée pourra nourrir une nombreuse garnison : ainsi s'atténuera l'inconvénient majeur de l'installation d'El Goléa, tenant à la difficulté de son ravitaillement.

» A l'est d'El Goléa règnent des plateaux calcaires, où les sondages seraient aléatoires. A Hassi-Inifel, il faut prévoir 300^{m} de profondeur.

» A Hassi Messeguem, où M. Foureau préconise la création d'un poste, on trouvera des eaux artésiennes au fond de la cuvette et dans les atterrissements, mais peu abondantes, vu le peu d'étendue du bassin d'alimentation. Au-dessous, la nappe artésienne de la base du Cénomanien (alimentée ici par le sud) semblerait très profonde, d'après les notes géologiques de Roche, ou, sinon, serait influencée défavorablement par un fort bombement du Crétacé. Plus à l'est, la situation hydrologique est incomparablement supérieure dans la région de Timassinin, signalée depuis longtemps par le général Philebert et par moi pour l'installation d'un poste. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur une cause particulière de contamination des eaux de sources dans les terrains calcaires*. Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Daubrée.

« Les terrains calcaires de la France (causses du Languedoc, Ardèche, Charente, Côte-d'Or, Jura, certaines parties des Pyrénées et des Alpes, etc.) sont souvent percés à leur surface de trous plus ou moins larges, origines de puits verticaux naturels nommés, selon les localités, *avens*, *abîmes*, *gouffres*, *igues*, *eydres*, *tindouls*, *bétoires*, etc.

» Les explorations auxquelles je me suis livré depuis 1888, à l'intérieur de ces abîmes, dans la région des causses [1] entre Montpellier et Périgueux, ont démontré que, sur les quarante gouffres visités à fond jusqu'à présent, dix communiquent plus ou moins directement avec les courants

(1) Voir *Comptes rendus*, 3 décembre 1888, 14 octobre et 25 novembre 1889; — E.-A. Martel, *les Cévennes*, Paris, Delagrave, 1890, et *Annuaires du Club alpin*, 1888 à 1891.

souterrains qui drainent les eaux de pluie à travers les fissures du sol, et qui les font reparaître dans les vallées sous forme de sources généralement considérées comme très pures [abîmes de Rabanel (Hérault), Bramabiau (Gard), Mas-Raynal et la Veyssière (Aveyron), Monmercou, Saut-de-la-Pucelle, Réveillon, Roque-de-Cor, Padirac et la Berrie (Lot)].

» Or les habitants des campagnes ont l'habitude de se servir de ces trous comme de dépotoirs et d'y jeter toutes sortes d'immondices, notamment les bêtes mortes : les carcasses de chevaux et de bestiaux se décomposent ainsi loin des habitations, à des profondeurs qui varient entre 25^m et 200^m.

» Mais quand un ruisseau circule ou prend naissance dans le fond du gouffre, il peut arriver que l'eau, délavant ces cadavres, devienne le *véhicule de leur décomposition*, et qu'elle parvienne *dangereusement souillée* à la source où elle voit le jour.

» Le 14 juillet 1891, nous rencontrions une carcasse de veau, à moitié pourrie, au milieu même du ruisseau souterrain que nous découvrions alors dans le gouffre de la Berrie, près Cahors, profond de 34^m.

» Quelques heures après l'exploration de cet abîme, et sans réfléchir à la constatation que nous venions de faire, nous nous désaltérions à la source voisine de Graudenc qui correspond d'une façon sûre (distance à vol d'oiseau : 250^m à 300^m) avec le ruisseau intérieur de la Berrie (que l'on ne peut suivre que sur quelques mètres sous les voûtes trop basses du fond du gouffre). Deux ou trois jours après, nous fûmes, mon collaborateur G. Gaupillat et moi, atteints d'une sorte d'empoisonnement ptomaïque, qui nous indisposa fort pendant plusieurs semaines.

» Cette expérience involontaire était convaincante. Sur nos indications, M. le Préfet du Lot a pris les dispositions nécessaires pour le curage du puits de la Berrie.

» On voit que cette cause de contamination éventuelle des sources, dans les pays calcaires, intéresse l'hygiène publique. En conséquence, il paraît opportun de formuler les deux vœux suivants :

» 1° Connaître quels sont, dans les régions calcaires de France, les puits naturels susceptibles de communiquer plus ou moins directement avec les eaux souterraines qui alimentent les sources de ces régions.

» 2° Interdire, soit administrativement, soit par des dispositions légales nouvelles, le jet des immondices et des bêtes mortes dans les gouffres où une communication aura été reconnue. Pratiquement, on pourrait voûter ceux dont l'orifice est étroit et entourer de clôtures ceux qui sont trop largement ouverts.

» Accessoirement même, on évitera encore de cette manière : 1° les ac-

cidents fréquents qui résultent des chutes fortuites de bestiaux ou de personnes dans ces trous souvent béants au milieu des champs; 2° l'essaimage des mouches et insectes venimeux que la présence des carcasses attire au fond et aux abords des abîmes. »

M. F. Garros adresse le résultat des expériences faites, au Laboratoire central d'Électricité, sur la conductibilité de la porcelaine d'amiante, employée comme vase poreux dans les piles. La résistance de la porcelaine ordinaire est 2,75 fois plus grande que celle de la porcelaine d'amiante.

L'auteur fait remarquer que, dans la pile *Junius*, le charbon était entouré, non pas d'un vase en porcelaine d'amiante, mais d'un *tissu d'amiante*, faisant office de vase poreux.

M. Robin adresse, de Bourges, une lettre relative à un liquide antiseptique, obtenu en faisant agir l'ozone sur l'iode.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

ERRATA.

(Séance du 22 février 1892.)

Note de M. *H. Resal*, Sur une interprétation géométrique de l'expression de l'angle de deux normales infiniment voisines d'une surface, etc. :

Page 384, lignes 15 et 16 en remontant, *supprimer le mot* aigu.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 MARS 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Note sur un théorème du Calcul des probabilités;* par M. J. **Bertrand**.

« Lorsque les arrivées de deux événements contraires sont soumises à un grand nombre d'épreuves réglées par le hasard, leurs nombres sont, très probablement, proportionnels aux probabilités. C'est le théorème de Bernoulli. Les écarts sont eux-mêmes soumis à des lois dont l'exactitude, pour un nombre croissant d'épreuves, s'approche autant qu'on veut de la certitude. Le nombre probable d'arrivées d'un événement étant N, si l'écart absolu est représenté par z, et que la série d'épreuves soit renouvelée

m fois, les écarts étant successivement $z_1, z_2, \ldots, z_m$, le rapport

$$\frac{\left(\frac{z_1+z_2+\ldots+z_m}{m}\right)^2}{\frac{z_1^2+z_2^2+\ldots+z_m^2}{m}}$$

a pour valeur probable $\frac{2}{\pi}$.

» Le théorème s'applique aux valeurs obtenues par les mesures successives d'une même grandeur. L'écart est ici l'erreur fortuite commise à chaque mesure : le carré de la moyenne des erreurs, divisé par la moyenne de leurs carrés, tend vers $\frac{\pi}{2}$.

» La démonstration de ces beaux théorèmes suppose des conditions sans lesquelles elle perd toute sa force. Si, par exemple, le tirage d'une boule blanche ou noire, se faisait alternativement dans des urnes de compositions différentes, le théorème de Bernoulli resterait applicable, mais la loi des écarts serait changée.

» En voulant justifier par un exemple la nécessité de restreindre le théorème aux cas précis pour lesquels il est démontré, j'ai obtenu un résultat fort singulier. Les deux membres de l'équation dont mon calcul avait pour but de démontrer l'*inexactitude* ont des valeurs numériques tellement voisines l'une de l'autre, qu'il est difficile, au premier examen, de ne pas attribuer leur différence à une erreur de calcul. Il n'en est rien cependant, et les deux nombres que la généralisation imprudente du théorème ferait croire rigoureusement égaux ont, en réalité, des valeurs différentes.

» Le problème que j'ai résolu est le suivant : une grandeur est mesurée un grand nombre de fois; la précision des mesures est k, la probabilité d'une erreur comprise entre x et $x + dx$, d'après la formule de Gauss acceptée par tous les physiciens, est, par conséquent,

$$\frac{k}{\sqrt{\pi}} e^{-k^2x^2}\, dx;$$

la valeur probable de l'erreur, considérée en valeur absolue, est $\frac{1}{k\sqrt{\pi}}$; celle de son carré $\frac{1}{2k^2}$, et l'on a

$$\frac{\frac{1}{2k^2}}{\left(\frac{1}{k\sqrt{\pi}}\right)^2} = \frac{\pi}{2}.$$

» Le nombre des mesures étant n, si l'on représente, pour chacune d'elles, l'erreur par $\frac{1}{k\sqrt{\pi}} + z_i$, z_i étant l'*écart* entre l'erreur réellement commise et sa valeur probable, la valeur probable de z_i, considérée en valeur absolue, est

$$\frac{2}{k\sqrt{\pi}}\left[\Theta\left(\frac{1}{\sqrt{\pi}}\right) - 1 + e^{-\frac{1}{\pi}}\right],$$

où l'on pose

$$\Theta(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^t e^{-t^2}\,dt.$$

» La valeur probable de z_i^2 est

$$\frac{1}{k^2}\,\frac{\pi - 2}{2\pi}.$$

On aurait donc, si le théorème était applicable,

$$\frac{\pi - 2}{8\left[\Theta\left(\frac{1}{\sqrt{\pi}}\right) - 1 + e^{-\frac{1}{\pi}}\right]^2} = \frac{\pi}{2},$$

d'où l'on déduit

$$\Theta\left(\frac{1}{\sqrt{\pi}}\right) = 1 + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi - 2}{\pi}} - e^{-\frac{1}{\pi}}.$$

» Le premier membre a pour valeur numérique 0,57497 et le second 0,574028. Pour quelle raison le beau théorème, dont la démonstration n'est plus acceptable, reste-t-il aussi voisin de la vérité?

» Je n'en aperçois aucune explication. »

ASTRONOMIE. — *Sur les variations périodiques de la latitude, d'après une Lettre de M. Helmert aux membres de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale;* par M. **Faye**.

« La question de la variabilité des latitudes préoccupe aujourd'hui à un haut degré les astronomes et les géodésiens. L'Académie apprendra avec intérêt que cette question paraît être résolue par l'affirmative, grâce aux observations que l'Association géodésique a fait faire récemment à Honolulu. Tandis qu'à Berlin, Prague et Strasbourg, la latitude croissait de 0″,04 de juin à septembre et décroissait ensuite de 0″,1 à 0″,2 jusqu'à décembre,

et diminuait ensuite de 0″,13 jusqu'à janvier, à Honolulu elle suivait une marche inverse, c'est-à-dire elle s'abaissait d'environ 0″,3 de juin à septembre et croissait de 0″,13 de décembre à janvier.

» Quoique les calculs ne soient pas encore achevés, il est à peu près certain, dès aujourd'hui, que la question de savoir si un mouvement de l'axe terrestre engendre une variation de la latitude doit être résolue affirmativement; car, dans cette période d'observation, on a constaté deux notables variations dans cet élément. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur le calcul théorique approché du débit d'un orifice en mince paroi;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Lorsqu'un vase plein de liquide est percé, à travers une partie plane et mince de sa paroi, d'un orifice σ, de dimensions très petites par rapport à ses distances tant aux bords de cette partie plane qu'au reste de la surface limitant dans le vase la masse liquide, la vitesse V de celle-ci, à chaque instant et en chaque point intérieur, dépend assez simplement des volumes dq que débitent par unité de temps, à l'époque considérée, les divers éléments superficiels $d\sigma$ de l'orifice, et des distances r de ceux-ci $d\sigma$ au point intérieur dont il s'agit; car elle est la résultante de vitesses ou d'*appels* élémentaires, dirigés vers les éléments respectifs $d\sigma$ et égaux à $\frac{dq}{2\pi r^2}$. En d'autres termes, le potentiel des vitesses y est celui d'attraction newtonienne $\frac{1}{2\pi}\int\frac{dq}{r}$, comme je l'ai démontré aux pages 542 à 545 de mon *Essai sur la théorie des eaux courantes*. Mais, entre l'orifice σ et la section contractée $m\sigma$ de la veine où les filets fluides deviennent sensiblement rectilignes et parallèles, des difficultés d'intégration jusqu'ici insurmontables se présentent, par suite de la forme non linéaire des conditions spéciales à la surface libre; et il en résulte, même en se bornant au cas ordinaire d'un écoulement permanent, l'impossibilité de déterminer, par le calcul *seul*, le débit total q, ainsi que son mode de répartition sur l'aire σ.

» Toutefois, en attribuant au mode de répartition dont il s'agit, c'est-à-dire à la fonction qui exprime le débit, par unité d'aire, des diverses régions de σ, une forme algébrique aussi simple que possible, la forme entière par rapport à leurs coordonnées, on conçoit qu'un choix convenable de ses paramètres (pris en nombre suffisant) au moyen de tout autant

d'équations demandées à la théorie ou à l'expérience, puisse fournir une expression approchée de cette fonction et une valeur sensiblement exacte du coefficient m de débit. Or il est assez facile d'obtenir quatre pareilles conditions ou équations.

» La première, expérimentale, consiste à mesurer, par un tube double de Pitot, comme celui dont M. Bazin s'est servi pour avoir la pression et la vitesse dans les nappes des déversoirs, le débit au centre de σ, c'est-à-dire la vitesse du filet central, dont on connaît déjà la direction, évidemment normale au plan de l'orifice, du moins pour toutes les formes usuelles et symétriques de celui-ci. M. Bazin a ainsi trouvé, au centre d'un orifice circulaire de $0^m,20$ de diamètre, $V = 0,632\,V_0$, et, au centre d'un orifice rectangulaire allongé (sans contraction latérale) de $0^m,80$ de longueur sur $0^m,20$ de largeur, $V = 0,690\,V_0$, V_0 désignant, dans les deux cas, la vitesse sur le contour, telle qu'on la déduit de la formule théorique de D. Bernoulli, ou même, simplement, de Torricelli, $\sqrt{2gh}$, quand l'écoulement a lieu sous une certaine hauteur de charge h [de 1^m environ dans les observations de M. Bazin] (¹).

» J'avais déjà donné, dans mes *Eaux courantes* (p. 552 et 554), les seconde et troisième équations, fournies par la théorie : elles expriment, l'une, l'annulation du débit par unité d'aire au bord de l'orifice σ, où la vitesse, V, est tangente au plan de σ, l'autre, l'égalité à V_0 de cette vitesse, V, résultant des appels $\frac{dq}{2\pi r^2}$ qui s'y trouvent exercés de tous les points de l'orifice.

» Enfin, la quatrième, mixte, en ce qu'elle emprunte à l'expérience la notion de la section contractée $m\sigma$, sera celle dont se servent les auteurs d'Hydraulique pour démontrer que le coefficient de contraction m excède $\frac{1}{2}$. On la forme en appliquant le principe des quantités de mouvement, suivant la normale au plan de l'orifice menée vers le dehors, à tout le liquide qui se trouve, à l'époque t, en amont de cette section contractée $m\sigma$, jusqu'à une demi-sphère décrite, dans le vase, autour du centre de l'orifice, avec un rayon assez grand pour que le liquide y afflue avec des vitesses

(¹) Il faut donc rejeter l'hypothèse de l'annulation de la vitesse au centre des orifices, admise par Jamin, dans le Tome I de son *Cours de Physique* (p. 326), et que j'avais cru, aux pages 552 et suivantes de l'*Essai sur la théorie des eaux courantes*, pouvoir accepter, sur la foi d'une expérience de Lajerhjelm trop peu précise ou, peut-être, rapportée trop sommairement dans les *Expériences hydrauliques* de Poncelet et Lesbros (*Savants étrangers*, t. III, p. 401; 1832), par lesquelles seules j'en ai eu connaissance.

insensibles. La quantité de mouvement de ce liquide croît, pendant l'instant dt, de celle, $\rho m\sigma V_0^2\,dt$, que possède la masse fluide $\rho m\sigma V_0\,dt$ sortie durant le même instant par la section contractée, avec la vitesse V_0; et il faut égaler sa valeur par unité de temps, $\rho m\sigma V_0^2$, à la somme algébrique des pressions que supporte, suivant la normale au plan de l'orifice, la surface de tout le fluide considéré. Or les parties de cette surface constituées soit par la paroi σ' où est percé l'orifice, et dont nous appellerons $d\sigma'$ les divers éléments, soit par la surface libre et la section contractée de la veine, qui ont en tout la projection σ sur le plan de σ', supportent, d'après la formule de D. Bernoulli, des pressions, par unité d'aire, inférieures de $\frac{1}{2}\rho V^2$ ou de $\frac{1}{2}\rho V_0^2$ à celles qu'éprouvent les éléments de la demi-sphère situés aux mêmes niveaux, V désignant la vitesse du fluide qui glisse sur l'élément $d\sigma'$ de la paroi, et V_0 la vitesse, à fort peu près commune, de celui qui sillonne la surface libre ou qui traverse la section contractée. Il vient donc $\frac{1}{2}\rho(V_0^2\sigma + \int V^2\,d\sigma')$ pour la somme algébrique cherchée de pressions; et la quatrième de nos équations, obtenue en l'égalant à $\rho m\sigma V_0^2$, sera, après division par $\rho\sigma V_0^2$,

$$(1)\qquad m = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\int \frac{V^2}{V_0^2}\frac{d\sigma'}{\sigma}.$$

» Je me propose de démontrer que, dans les deux cas simples d'un orifice circulaire de rayon R et d'un orifice rectangulaire allongé de largeur $2b$, où le débit par unité d'aire de σ et les vitesses V sur la paroi dépendent d'une seule variable, savoir, la distance r au centre ou la distance y au grand axe, l'on se trouve ainsi conduit, avec une assez grande approximation, aux véritables coefficients m de débit, qui, d'après les observations très soignées de M. Bazin, sont $m = 0{,}598$ pour l'orifice circulaire et $m = 0{,}626$ pour l'orifice rectangulaire allongé.

» II. Étudions d'abord le cas de l'orifice circulaire, où, à la distance quelconque r du centre, le débit par unité d'aire, supposé de forme entière par rapport aux coordonnées, sera évidemment $V_0 f\left(\frac{r^2}{R^2}\right)$ si f désigne un certain polynôme. Alors, pour satisfaire à la seconde condition, exigeant que f s'annule sur le contour de l'orifice, c'est-à-dire à la limite $r = R$, il faudra prendre cette fonction divisible par $1 - \frac{r^2}{R^2}$, ou lui attribuer, en posant $\frac{r^2}{R^2} = s$ et appelant c_0, c_1, c_2, ... des coefficients constants, la forme

$$(2)\qquad \begin{cases} f\left(\frac{r^2}{R^2}\right) = \left(c_0 + c_1\frac{r^2}{R^2} + c_2\frac{r^4}{R^4} + \ldots\right)\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) \\ \text{ou}\quad f(s) = \Sigma c_n s^n(1 - s) = \Sigma c_n(s^n - s^{n+1}). \end{cases}$$

Par suite, le débit sera, pour une couronne élémentaire $d\sigma = 2\pi\imath\, d\imath$ de l'aire de l'orifice, $dq = 2\pi\imath\, d\imath\, V_0 f(s) = \pi R^2 V_0 f(s)\, ds$, et, pour tout l'orifice, $q = \sigma V_0 \int_0^1 f(s)\, ds$, quantité dont le quotient par σV_0 est très sensiblement le *coefficient de contraction* (ou même de débit) m. Il vient donc comme expression de celui-ci, en effectuant finalement l'intégration de $f(s)\, ds$ ou de $\Sigma c_n (s^n - s^{n+1})\, ds$,

$$(3) \qquad m = \int_0^1 f(s)\, ds = \sum \frac{c_n}{(n+1)(n+2)} = \frac{c_0}{1.2} + \frac{c_1}{2.3} + \frac{c_2}{3.4} + \ldots.$$

» Au centre, où $s = 0$, l'expression (2) de $f(s)$ se réduit à c_0, ce qui y donne, pour le débit de l'unité d'aire, $c_0 V_0$; et la première condition, fournie par l'expérience, revient à prendre

$$(4) \qquad c_0 = 0{,}632.$$

» Il reste à exprimer, en fonction de $c_0, c_1, c_2, \ldots$, les vitesses, V_0, au bord de l'orifice, et V, près des éléments $d\sigma'$ de paroi situés, dans le plan de l'orifice, à une distance donnée R' du centre, afin d'utiliser, pour la détermination de f, les deux dernières conditions indiquées. A cet effet, évaluons d'abord le potentiel $\frac{1}{2\pi} \int \frac{dq}{r}$ aux distances R' du centre supérieures à R. On le calcule assez facilement pour une couronne élémentaire potentiante de rayon $\imath$ et de largeur $d\imath$, ou de masse (fictive) totale $2\pi\imath\, d\imath\, V_0 f(s) = \pi R^2 V_0 f(s)\, ds$, au moyen d'une décomposition de la couronne en éléments parallélogrammes par des droites émanées du point potentié [1]. Il vient ainsi, par unité de masse potentiante,

$$\frac{1}{\pi^2 R'} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left(1 - \frac{\imath^2}{R'^2} \sin^2\alpha\right)^{-\frac{1}{2}} d\alpha;$$

résultat d'où l'on déduit, en multipliant par $\pi R^2 V_0 f(s)\, ds$ et intégrant de $s = 0$ à $s = 1$, le potentiel total

$$(5) \qquad \varphi = \frac{V_0}{\pi} \frac{R^2}{R'} \int_0^1 f(s)\, ds \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left(1 - \frac{R^2 \sin^2\alpha}{R'^2} s\right)^{-\frac{1}{2}} d\alpha.$$

» Sa dérivée en R', changée de signe, est l'expression de la vitesse

---

[1] Voir, par exemple, les pages 113 à 116 de mon Volume intitulé : *Applications des potentiels à l'équilibre et au mouvement des solides élastiques*, etc.

cherchée V. Enfin, celle-ci, divisée par V_0, devient, après une réduction évidente et en posant, pour abréger, $\frac{R^2}{R'^2} = \beta$,

$$(6)\quad \frac{V}{V_0} = \frac{\beta}{\pi}\int_0^1 f(s)\,ds \int_0^{\frac{\pi}{2}} (1 - \beta s \sin^2\alpha)^{-\frac{3}{2}} d\alpha = \frac{\beta}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} d\alpha \int_0^1 f(s)(1 - \beta s \sin^2\alpha)^{-\frac{3}{2}} ds.$$

» Développons le second membre en série par l'application de la formule du binôme à $(1 - \beta s \sin^2\alpha)^{-\frac{3}{2}}$. Nous aurons

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{V}{V_0} = \frac{\beta}{2}\Big[\int_0^1 f(s)\,ds &+ 3\left(\frac{1}{2}\right)^2 \beta \int_0^1 s f(s)\,ds + 5\left(\frac{1}{2}\,\frac{3}{4}\right)^2 \beta^2 \int_0^1 s^2 f(s)\,ds + \ldots \\ &+ (2q+1)\left(\frac{1}{2}\,\frac{3}{4}\cdots\frac{2q-1}{2q}\right)^2 \beta^q \int_0^1 s^q f(s)\,ds + \ldots\Big], \end{aligned}\right.$$

ou bien, après substitution de $\Sigma c_n (s^n - s^{n+1})$ à $f(s)$, suivie de l'effectuation des calculs, et en observant que $\int_0^1 f(s)\,ds$ ne diffère pas sensiblement du coefficient m de contraction,

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{V}{V_0} = \frac{\beta}{2}\Big[m &+ 3\left(\frac{1}{2}\right)^2 \beta \sum \frac{c_n}{(n+2)(n+3)} + 5\left(\frac{1}{2}\,\frac{3}{4}\right)^2 \beta^2 \sum \frac{c_n}{(n+3)(n+4)} + \ldots \\ &+ (2q+1)\left(\frac{1}{2}\,\frac{3}{4}\cdots\frac{2q-1}{2q}\right)^2 \beta^q \sum \frac{c_n}{(n+q+1)(n+q+2)} + \ldots\Big]. \end{aligned}\right.$$

» III. Le troisième membre de (6) permettra de calculer sous forme finie la vitesse au bord $R' = R$ de l'orifice, où $\beta = 1$. Dans ce but, on prendra comme nouvelle variable, destinée à tenir lieu de α, la tangente, τ, de la moitié de cet angle α; ce qui donnera $d\alpha = \frac{2\,d\tau}{1+\tau^2}$ et $\sin\alpha = \frac{2\tau}{1+\tau^2}$. En posant d'ailleurs, pour abréger, $\theta = 4\tau^2 s$ et substituant $\Sigma c_n (s^n - s^{n+1})$ à $f(s)$, il vient

$$(9)\quad (\text{pour } R' = R)\quad \frac{V}{V_0} = \frac{2}{\pi}\sum c_n \int_0^1 (1+\tau^2)^2 d\tau \int_0^{4\tau^2} \frac{\theta^n (4\tau^2 - \theta)\,d\theta}{(4\tau^2)^{n+2}\left[\sqrt{(1+\tau^2)^2 - \theta}\right]^3}.$$

Or $\frac{1}{(4\tau^2)^{n+2}} \int_0^{4\tau^2} \frac{\theta^n (4\tau^2 - \theta)\,d\theta}{\left[\sqrt{(1+\tau^2)^2 - \theta}\right]^3} = \frac{2}{(4\tau^2)^{n+2}} \int_{\theta=0}^{\theta=4\tau^2} \theta^n (4\tau^2 - \theta)\, d\frac{1}{\sqrt{(1+\tau^2)^2 - \theta}}$;
et, en intégrant par parties, l'on a : 1° pour $n = 0$,

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{1}{(4\tau^2)^2}\int_0^{4\tau^2} \frac{(4\tau^2 - \theta)\,d\theta}{\left[\sqrt{(1+\tau^2)^2 - \theta}\right]^3} &= \frac{-2.4\tau^2}{(4\tau^2)^2(1+\tau^2)} - \frac{4}{(4\tau^2)^2}\int_0^{4\tau^2} \frac{-d\theta}{2\sqrt{(1+\tau^2)^2 - \theta}} \\ &= \frac{-1}{2\tau^2(1+\tau^2)} - \frac{4}{(4\tau^2)^2}\left[\sqrt{(1+\tau^2)^2 - \theta}\right]_0^{4\tau^2} = \frac{1}{2\tau^2}\left(1 - \frac{1}{1+\tau^2}\right) = \frac{1}{2(1+\tau^2)}; \end{aligned}\right.$$

2° pour $n > 0$,

$$(11)\qquad \frac{1}{(4\tau^2)^{n+2}}\int_0^{4\tau^2}\frac{\theta^n(4\tau^2-\theta)\,d\theta}{\left[\sqrt{(1+\tau^2)^2-\theta}\right]^3}=\frac{I_{n+1}-I_n}{2\tau^2},\quad \text{où}\quad I_n=\frac{n}{(4\tau^2)^n}\int_0^{4\tau^2}\frac{\theta^{n-1}\,d\theta}{\sqrt{(1+\tau^2)^2-\theta}}.$$

Mais, pour $n > 0$, $I_n = \frac{-2n}{(4\tau^2)^n}\int_{\theta=0}^{\theta=4\tau^2}\theta^{n-1}\,d\sqrt{(1+\tau^2)^2-\theta}$; ce qui donne, quand $n=1$, $I_1=1$, et, quand n est >1, en intégrant par parties, puis dédoublant $\sqrt{(1+\tau^2)^2-\theta}$ en $\frac{(1+\tau^2)^2}{\sqrt{(1+\tau^2)^2-\theta}}-\frac{\theta}{\sqrt{(1+\tau^2)^2-\theta}}$,

$$I_n=-\frac{n(1-\tau^2)}{2\tau^2}+n\frac{(1+\tau^2)^2}{2\tau^2}I_{n-1}-2(n-1)I_n,$$

ou bien, après avoir isolé I_n,

$$(12)\qquad I_n=\frac{n}{2n+1}\,\frac{(1+\tau^2)^2 I_{n-1}-(1-\tau^2)}{2\tau^2}.$$

» Joignons cette formule (12), spécifiée successivement pour $n = 2, 3, 4, \ldots$, à la précédente $I_1 = 1$, et nous aurons

$$(13)\qquad \begin{cases} I_1=1,\qquad I_2=1+\dfrac{\tau^2}{3},\qquad I_3=1+\dfrac{\tau^2}{2}+\dfrac{\tau^4}{10},\\ I_4=1+\dfrac{3\tau^2}{5}+\dfrac{\tau^4}{5}+\dfrac{\tau^6}{35},\qquad I_5=1+\dfrac{2\tau^2}{3}+\dfrac{2\tau^4}{7}+\dfrac{\tau^6}{14}+\dfrac{\tau^8}{126},\\ I_6=1+\dfrac{5\tau^2}{7}+\dfrac{5\tau^4}{14}+\dfrac{5\tau^6}{42}+\dfrac{\tau^8}{42}+\dfrac{\tau^{10}}{462},\\ I_7=1+\dfrac{3\tau^2}{4}+\dfrac{5\tau^4}{12}+\dfrac{\tau^6}{6}+\dfrac{\tau^8}{22}+\dfrac{\tau^{10}}{11.12}+\dfrac{\tau^{12}}{11.12.13},\qquad \ldots; \end{cases}$$

d'où il résulte

$$(14)\qquad \begin{cases} \dfrac{I_2-I_1}{2\tau^2}=\dfrac{1}{6},\quad \dfrac{I_3-I_2}{2\tau^2}=\dfrac{1}{4}\left(\dfrac{1}{3}+\dfrac{\tau^2}{5}\right),\quad \dfrac{I_4-I_3}{2\tau^2}=\dfrac{1}{10}\left(\dfrac{1}{2}+\dfrac{\tau^2}{2}+\dfrac{\tau^4}{7}\right),\\ \dfrac{I_5-I_4}{2\tau^2}=\dfrac{1}{10}\left(\dfrac{1}{3}+\dfrac{3\tau^2}{7}+\dfrac{3\tau^4}{14}+\dfrac{5\tau^6}{126}\right),\quad \dfrac{I_6-I_5}{2\tau^2}=\dfrac{1}{14}\left(\dfrac{1}{3}+\dfrac{\tau^2}{2}+\dfrac{\tau^4}{3}+\dfrac{\tau^6}{9}+\dfrac{\tau^8}{66}\right),\\ \dfrac{I_7-I_6}{2\tau^2}=\dfrac{1}{42}\left(\dfrac{3}{4}+\dfrac{5\tau^2}{4}+\tau^4+\dfrac{5\tau^6}{11}+\dfrac{5\tau^8}{44}+\dfrac{7\tau^{10}}{44.13}\right),\quad \ldots. \end{cases}$$

» Telles sont les valeurs respectives du premier membre de (11) pour $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, \ldots$, à substituer dans le second membre de (9), avec celle que donne (10) pour $n = 0$ et qui est $\frac{1}{2(1+\tau^2)}$. Les multiplications par $(1+\tau^2)^2$ et les intégrations relatives à τ entre les deux limites $\tau = 0$,

$\tau = 1$ n'offrent ensuite aucune difficulté, et l'équation (9) donne finalement, après additions numériques et réductions,

$$(15)\quad \left\{ \begin{aligned} &\text{(au bord de l'orifice)}\quad \frac{V}{V_0} = \frac{4}{3\pi}\Big(c_0 + \frac{7}{15}c_1 + \frac{157}{15.35}c_2 + \frac{803}{15.35.7}c_3 \\ &\qquad + \frac{62417}{15.35.63.11}c_4 + \frac{293327}{27.49.11^2.13}c_5 + \frac{1077385}{9.49.11^2.13^2}c_6 + . \end{aligned} \right.$$

résultat bien d'accord avec celui que fournit un peu plus directement l'emploi, comme variables d'intégration, de coordonnées polaires autour du point du bord où l'on évalue la vitesse V (*Eaux courantes*, p. 560 et 561). »

STATISTIQUE. — *Division de la Terre en cinq parties du monde.* Note de M. **Émile Levasseur**, Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques.

« Les différences entre les auteurs au sujet de l'évaluation de la superficie et de la population sont plus grandes pour l'Afrique, l'Asie, l'Océanie et l'Amérique que pour l'Europe. Il est naturel qu'il en soit ainsi, puisque la plupart des États européens possèdent un cadastre ou au moins une carte topographique et font le recensement de leur population.

» 1° Au sujet de la superficie, ce n'est pas sur le total de l'étendue des terres que les différences sont les plus accusées, quoique *Die Bevölkerung der Erde* ait varié de 133,7 millions de kilomètres carrés (en 1872) à 136 millions (en 1882) et qu'aujourd'hui nous donnions 136,2 millions, tandis que l'évaluation du *Statesmann's Yearbook* ne s'élève qu'à 132,7 millions. Les mesures planimétriques, même prises sur des cartes à échelle relativement petite, n'autorisent pas de très grands écarts sur le total parce qu'on peut les calculer en grande partie à l'aide des trapèzes sphériques inscrits dans les continents et les grandes îles. Toutefois il convient de remarquer que, tandis que, pour les États d'Europe, cet écart porte sur des milliers de kilomètres carrés et pour l'Europe entière sur quelques centaines de mille, elle porte sur des millions pour le total des cinq parties du monde. Il faut remarquer, en second lieu, que, hors d'Europe, l'indétermination de certaines frontières politiques et l'imperfection des mesures met quelquefois des différences considérables dans l'évaluation de la superficie d'un État, notamment dans l'Amérique du sud; ainsi, pour la Répu-

blique Argentine, les évaluations données par l'*Almanach de Gotha* varient de 1404205^{kmq} (en 1863) à 4195519^{kmq} (en 1880), chiffre officiel que l'*Almanach de Gotha* déclare être trop fort d'environ 1 million de kilomètres carrés; il y a quelques années, un journaliste argentin, attribuant 4200000^{kmq} à son pays, m'a vivement reproché d'avoir imprimé dans un Manuel de Géographie que la République entière avait « plus de 3 millions de kilomètres carrés avec la Patagonie et les territoires contestés »; or, en 1890, M. Latzina, directeur général de la statistique argentine, a donné 2893000^{kmq} dans un ouvrage publié en 1890.

» 2° Les différences sont plus considérables pour le total de la population du globe. En général, les évaluations faites depuis une quarantaine d'années ont été en augmentant; on peut dire qu'aujourd'hui la Terre est habitée par un milliard et demi d'hommes environ. Ce nombre ne saurait être donné avec précision, parce que, faute de documents, il est impossible d'essayer de ramener par le calcul les éléments du total à une même date. Les deux contrées pour l'évaluation desquelles il y a le plus d'écart sont la Chine et l'Afrique.

» La Chine possède des registres de population qui servent à l'établissement de l'impôt. Néanmoins elle ne paraît pas savoir, — ou du moins les Européens ne savent pas, — quelle est sa population. En 1848, avant l'insurrection des Taï-pings, elle accusait 426 millions d'habitants (sans le Fo-kien qui renferme environ 25 millions d'habitants); c'est le chiffre le plus fort qu'elle ait donné. Une évaluation, faite en 1885 par le Bureau du revenu, ne la porte qu'à 319 millions pour la Chine, moins cinq provinces (lesquelles ont une population d'environ 60 millions d'âmes; *Die Bevölkerung der Erde VIII* abaisse même l'évaluation à 350 millions pour la Chine propre, sans les provinces tributaires). Faute de documents probants, on peut donc de ce chef, suivant l'hypothèse que l'on adopte, augmenter ou diminuer de plus de 50 millions la population de la Terre.

» Le total de la population de l'Afrique est plus hypothétique encore. La plupart des géographes, il y a une dizaine d'années, le portaient à 200 millions et plus. Nous avons réduit ce total à 153 : encore une différence d'une cinquantaine de millions. Nous avons fait cette réduction, conformément à une opinion qui tend à prévaloir, parce que nous pensons que les voyageurs, suivant le cours des rivières ou les routes de commerce qui sont les parties les plus peuplées du territoire, sont généralement portés à exagérer la densité des contrées qu'ils traversent.

» 3° Les différences entre les auteurs relativement à la population ou à

la superficie proviennent moins du total général que de la répartition par partie du monde. C'est un point que nous signalons à l'attention des géographes français.

» On peut diviser la Terre de diverses manières. Nous avons adopté la division en cinq parties du monde comme étant la meilleure parce qu'elle est la plus simple, et, dans cette division, il nous paraît plus rationnel de rattacher la Malaisie à l'Océanie qu'à l'Asie; nous donnons, dans les Notes qui suivent le Tableau, les raisons de notre groupement. Les géographes doivent se tenir en garde contre l'erreur qui consiste, après avoir donné d'une partie du monde une certaine définition, de prendre les chiffres de la superficie et de la population dans un ouvrage qui les définit autrement.

» Nous avions déjà étudié dans la *Statistique de la superficie et de la population des contrées de la Terre* (*Bulletin de l'Institut international de statistique*, 1886-1887) la superficie et la population des cinq parties du monde; nous en donnons, depuis plusieurs années, un Tableau résumé à l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, et des Tableaux détaillés dans notre *Précis de la géographie de la Terre*. Nous présentons dans le Tableau suivant : 1° les chiffres que nous avons adoptés et qui se trouvent dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1892 et dans l'Appendice du troisième volume de *La population française;* 2°, comme terme de comparaison, les chiffres insérés dans la dernière édition des trois publications les plus autorisées sur la matière : *Die Bevölkerung der Erde VIII*, 1891; *Statesman's Yearbook*, 1891; *Geographisch-statistische Tabellen*, 1891-1892.

Notes explicatives du Tableau.

Europe. — I. L'Europe, telle qu'elle figure dans les deux colonnes du Tableau, a pour limites : à l'est, le fleuve Kara, la crête principale de l'Oural, le fleuve Oural et la mer Caspienne jusqu'à la presqu'île Apchéron; au sud-est, la crête du Caucase. Elle comprend, dans la mer Égée, Lemnos et les îles situées plus au nord; au sud de la mer Égée, la Crète; elle comprend, au nord, l'Islande et les îles polaires situées entre les méridiens extrêmes de l'Europe, Novaia-Zemlia, Spitzberg, Jan Mayen, etc. Elle ne comprend pas la Terre François-Joseph dont la superficie totale est inconnue. La superficie de l'Europe ainsi délimitée est, d'après nos calculs, de 10034285^{kmq}.

En 1886, la population de l'Europe était évaluée par nous à 347 millions. Le chiffre de 360 millions d'habitants qui représente cette population en 1890 a été obtenu soit directement par les recensements des années 1890 et 1891, soit indirectement par la population calculée pour les pays dont les recensements sont plus anciens (*voir* la Note précédente). La Turquie ne possède pas de recensement et quelques pays, comme la Roumanie et le Portugal, n'en ont fait qu'à de longs intervalles.

II. MM. Wagner et Supan, dans la dernière édition (VIIIe) de la *Bevölkerung*

CONTRÉES.	I. Évaluation de M. E. Levasseur. (Voir *La population française*, appendice du 3ᵉ volume, et l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1892.)		II. D'après l'Ouvrage intitulé : *Die Bevölkerung der Erde, VIII.* Année 1891.		III. D'après l'Ouvrage intitulé : *The Statesman's Yearbook*, 1891 (d'après M. Ravenstein).			IV. D'après *Otto Hübner's Geo raphisch-statistische Tabellen aller Länder der Erde*, 1891-92.	
					SUPERFICIE		POPULATION		
	Superficie (millions de kil. carrés.)	Population (millions d'âmes.)	Superficie (millions de kil. car.).	Population (en millions d'âmes.)	(en milliers de milles carrés).	(en millions de kilom. carrés).	(millions d'âmes).	Superficie (millions de kil. car.).	Population (millions d'âmes).
Europe	**10,0**	**360**	9,7	357,4	3,555	9,2	360,2	9,7	358,2
Afrique	**30,5**	**153**	29,2	164,0	11,514	29,8	127,0	29,8	206,1
Asie	**42,2**	**824**	44,2	825,9	14,710	38,1	850,0	44,6	860,3
Océanie	**11,1**	**38**	7,7	3,2	3,288	8,5	4,7	8,9	5,3
			(Australien, Festland and Tasmanien.)		*Australasia.*			*(Australien und Océanien.)*	
Amérique *du nord*	**23,7** } **42,4**	**88**	38,3	121,7	6,446	16,7	89,3	38,3	124,52
Amérique *du sud*	**18,7** }	**34**			6,837	17,7	36,4		
Iles de l'Océan	»	»	1,9	7,42	»	»	»	»	»
Terres polaires	»	»	4,5	0,08	4,889	12,7	0,3	4,5	0,08
	136,2	**1497**	135,5	1479,7	51,239	132,7	1467,9	135,8	1554,9

der Erde, attribuent à l'Europe une superficie de 9 729 861^{kmq}. En ajoutant à ce nombre l'Islande et les terres polaires qu'ils placent dans un autre groupe, on trouve 10 046 000^{kmq}. Dans un tableau spécial (p. 52), ils donnent comme superficie de l'Europe, y compris l'Islande, la Novaia-Zemlia et la mer de Marmara, 10 010 566^{kmq}. Le général Strelbitsky, dans son travail sur la superficie de l'Europe, donne 10 010 922^{kmq}. Entre notre évaluation, celle du général Strelbitsky et celle de MM. Wagner et Supan, il n'y a qu'une différence peu importante (22 000^{kmq} au plus).

Le chiffre de la population que donnent MM. Wagner et Supan (357,4) est formé à peu près des mêmes éléments que le nombre 360; la différence provient principalement de la Russie à laquelle nous attribuons, en Europe, 98 millions d'habitants, tandis que MM. Wagner et Supan ne donnent que 96, et de la Turquie.

III. Les chiffres donnés par M. J. Scott Keltie au commencement du *Statesman's Yearbook* sont empruntés à un travail de M. Ravenstein et ne sont pas accompagnés d'un commentaire justificatif. Le volume porte le chiffre de 380,2 pour la population; mais il faut lire 360,2 (rectification faite par M. Ravenstein).

IV. La plupart des données relatives à la superficie et à la population dans les *Geographisch-Statistische Tabellen,* rédigées aujourd'hui par M. Juraschek, sont les mêmes que celles de l'*Almanach de Gotha* et sont, par suite, à peu près conformes à la *Bevölkerung der Erde.*

Afrique. — I. Dans l'Afrique sont compris Madère, les Açores et les îles situées au sud du cap de Bonne-Espérance. La superficie que nous assignons à l'Afrique (30,5) est à peu près la moyenne entre les trois nombres que nous avions donnés dans la *Statistique de la superficie et de la population des contrées de la Terre :* 31 431 089, nombre obtenu par l'addition des nombres donnés pour chaque contrée par les auteurs les plus autorisés (c'est ce que nous avons reproduit dans le tableau inséré à la page 321 du 1er volume de *La population française*), 30 121 000 et 29 914 000, nombres résultant, le premier d'une mesure planimétrique faite sur notre carte murale d'Afrique au 10 000 000e et le second d'un calcul des trapèzes sphériques ou portions de trapèzes compris entre deux méridiens et deux parallèles sur cette carte. Le nombre 30 495 600 est celui qui se trouve dans l'Appendice de la dernière édition de notre *Précis de géographie physique, politique et économique de la Terre* (*moins l'Europe*).

Le nombre total des habitants de l'Afrique est inconnu; ceux que donnent les statisticiens sont de pures hypothèses : il importe d'abord de le déclarer. Il est nécessaire cependant de faire cette hypothèse, en ajoutant aux populations connues ou à peu près connues les nombres les plus vraisemblables pour les vastes territoires où elles ne sont pas connues, si l'on veut obtenir le total probable des habitants de la Terre. Nous avions supposé, avec d'autres auteurs, que l'Afrique avait environ 200 millions d'habitants (197 dans la *Statistique de la superficie et de la population des contrées de la Terre,* 1886). Un examen plus attentif des conditions économiques dans lesquelles vivent les populations de l'intérieur nous fait penser que ce chiffre est trop fort; les voyageurs qui (en petit nombre jusqu'ici) ont visité ces contrées, sont généralement portés à se faire une idée exagérée de la densité parce que, comme nous l'avons dit plus haut, ils suivent presque toujours, par eau ou par terre, les routes de commerce où la population est généralement plus dense qu'ailleurs. C'est pourquoi nous avons cru devoir

réduire à 153 millions la population probable de l'Afrique. Le détail des superficies ou des populations par État ou par région se trouve pour cette partie du monde comme pour l'Asie, l'Océanie et l'Amérique, dans l'Appendice de la dernière édition (1891) de notre *Précis de géographie physique, politique et économique de la Terre* (*moins l'Europe*).

II. MM. Wagner et Supan ont donné pour l'Afrique une superficie calculée sur une carte anglaise à l'échelle du 5 977 382e, qui, en comprenant les îles côtières du golfe de Guinée, est de 29 207 100^{kmq}. Mais les autres îles, et particulièremen[...] gascar (592 000^{kmq}), ne sont pas comprises dans ce total.

Le nombre de 164 millions d'habitants qu'ils donnent ne correspond d[...] à toute la population du territoire que nous désignons nous-même sous [...] d'Afrique.

III. La population est celle qu'a calculée M. Ravenstein dans les *Proceed*[...] la Société de géographie de Londres (janvier 1891) en réduisant à 3,6 par k[...] carré la densité moyenne de l'Afrique équatoriale et méridionale.

IV. M. Juraschek, qui comprend dans l'Afrique Madagascar et les île[...] donne 29 825 848^{kmq} pour la superficie et 206 112 000 âmes pour la populati[...]

Asie. — I. Nous avions trouvé pour la superficie de l'Asie, dans laquelle [...] comprenons pas les îles de la Malaisie, 42 000 000^{kmq} (*Statistique de la superfici[e] et de la population des contrées de la Terre*), puis 41 345 000^{kmq} (*Précis de la géographie de la Terre*). L'étude de la *Bevölkerung der Erde VIII*, nous a amené à préférer à ce nombre celui de 42 186 000.

Le chiffre de la population de l'Asie peut varier considérablement suivant le nombre d'habitants qu'on attribue à la Chine; il n'est de toute façon qu'une évaluation très incertaine. Nous attribuons à l'Empire chinois 400 millions d'habitants. Nous avions donné 789 millions (*Statistique de la superficie et de la population des contrées de la Terre*, et *Précis de la géographie de la Terre*, p. 309); mais nous ne possédions encore pour l'Inde que le recensement de 1881 qui donnait 257 millions et demi. Les résultats provisoires du recensement de 1891 portent ce nombre à 294 millions environ. Par suite, le total de la population de l'Asie doit être aujourd'hui non de 789 millions (chiffre que nous avions calculé), mais de 824 millions.

II. MM. Wagner et Supan, mettant à profit les travaux du général Strelbitsky et de M. Trognitz, ont donné pour la superficie de l'Asie 44 142 658^{kmq}. Mais les îles de la Sonde et les Philippines figurent pour 1 994 000^{kmq}, nombre que, d'après notre définition de l'Asie, il convient de retrancher. D'autre part, pour les terres polaires (archipel de la Nouvelle-Sibérie, île Wrangel, etc.), nous ajoutons 38 000^{kmq}. La superficie se trouve être ainsi ramenée à 42 186 000^{kmq}.

Nous adoptons ce nombre qui résulte de mesures plus précises que celles qui avaient été prises par nous-même auparavant. La Sibérie et le Turkestan russe ont, d'après cette nouvelle mesure, 16 830 663^{kmq} au lieu de 16 231 000 (voir *Précis de la géographie de la Terre*, p. 309); les possessions anglaises environ 4 070 000^{kmq} au lieu de 3 765 000, etc.

La population est, d'après MM. Wagner et Supan, de 825 954 000 âmes; mais, en retranchant celles des îles que nous attribuons à l'Océanie, il ne resterait que 786 millions. MM. Wagner et Supan attribuent 361 millions d'habitants à l'Empire chinois;

nous avons conservé provisoirement le chiffre de 400 (l'*Almanach de Gotha* pour 1891 donne 402 et le *Statesman's Yearbook* 404). Ils attribuent 15 millions et demi d'habitants à la Turquie d'Asie; nous avons accepté le chiffre calculé par M. Cuinet dans la *Turquie d'Asie* qui est de 21 millions et demi. Ils attribuent au Kafiristan, etc., 4 millions; nous lui en attribuons seulement un demi-million; ils donnent 2 millions et demi à l'Arabie indépendante, nous en donnons 3 et demi. Ils attribuent environ 19 millions aux possessions françaises; nous en donnons 14 et demi, à la suite d'une étude de détail dont nous insérons le résultat dans le troisième volume de *La France et ses Colonies;* ils donnent, d'après la publication des résultats provisoires du recensement de 1891, 294 millions et demi d'habitants pour toutes les possessions britanniques en Asie; nous avions donné, d'après le recensement de 1885, 257 millions et demi, chiffre auquel nous substituons, dans notre nouveau calcul, celui de 294. Ils attribuent 9 millions au royaume de Siam, en disant que les évaluations varient de 5 millions et demi à 12 millions; nous donnons 5,8 millions. Les autres différences sont moins importantes.

III. M. Ravenstein (*Proceedings of the Royal geographical Society,* January 1891) donne sans détails le total de la superficie et de la population. D'après une rectification faite par lui, il faut, au lieu de 830 millions, lire 850 millions; ce dernier nombre nous paraît trop fort.

IV. M. Juraschek définit le territoire de l'Asie de la même manière que MM. Wagner et Supan et, comme il attribue 402 millions à la Chine et 387 millions aux possessions britanniques, il arrive à un total de 860 millions d'âmes, lequel nous semble trop élevé.

Océanie. — I. Sous le nom d'Océanie, nous entendons l'ensemble des îles baignées par le Grand océan et par les mers secondaires qui en dépendent et situées entre le continent asiatique (y compris les îles Japonaises) et le continent américain (y compris les îles côtières). Nous divisons cette partie du monde en trois groupes : Malaisie, qui s'étend du détroit de Malacca à la Nouvelle-Guinée exclusivement; Australasie, dont le nom, emprunté à la nomenclature anglaise, est plus correct, depuis le développement de la colonisation européenne, que l'ancien nom de Mélanésie; Polynésie, laquelle comprend les groupes d'îles désignés autrefois sous les noms de Micronésie et la plus grande partie de l'ancienne Polynésie. Dans l'Australasie est comprise l'Australie, le plus petit des continents suivant nous, la plus grande des îles suivant d'autres.

Nous devons donner les raisons pour lesquelles nous déterminons ainsi l'Océanie, puisque d'autres géographes ne la déterminent pas de la même manière.

La division de la Terre en cinq parties du monde est, comme nous l'avons dit, une notion simple. Elle correspond à la division de la mer en cinq océans. Elle est commode pour l'enseignement : il faut la conserver. C'est pour ne pas compliquer ces divisions que nous rattachons les terres polaires du nord aux trois parties du monde dont elles sont le plus voisines (nous ne comptons pas les terres polaires du sud, dont la superficie, qui est peut-être celle d'un continent, est entièrement inconnue). C'est aussi en vue de la clarté et par une raison d'analogie que nous avons donné de l'Océanie la définition ci-dessus. Toute division de ce genre tient un peu de l'arbitraire, parce que la nature, en ce cas comme en bien d'autres, n'a pas créé partout des limites

ndiscutables. Ainsi on peut dire qu'il n'est certainement pas nécessaire de rattacher les îles Hawaï et l'Australie dans une même partie du monde; il est légitime de réunir en un même groupe toutes les îles disséminées dans le Grand océan. Il est bon de remarquer que, si l'on retranche, comme le font généralement les géographes allemands, la Malaisie de l'Océanie, on coupe en deux le monde insulaire que baigne le Grand océan, et l'on diminue la moins peuplée des cinq parties du monde pour grossir le nombre des habitants de la plus peuplée; une partie du monde qui n'aurait pas 4 millions d'habitants manquerait tout à fait de proportion avec les autres. Physiquement, si la faune de la Malaisie occidentale se rattache à celle de l'Asie, la faune de la Malaisie orientale rappelle celle de la Nouvelle-Guinée. Ethnographiquement, il y a trop peu de Malais dans l'Indo-Chine pour qu'il soit nécessaire de réunir ces deux contrées dans la même partie du monde; politiquement, la Malaisie n'appartient pas aux mêmes maîtres que l'Indo-Chine. La dénomination d'Indes que portent les possessions hollandaises est appliquée aux Antilles comme à la Malaisie : elle n'est donc pas un motif suffisant d'annexion géographique de la Malaisie à l'Asie. Il est d'ailleurs à remarquer que MM. Wagner et Supan ne se servent pas du mot Océanie, quoiqu'il soit consacré par l'usage, et qu'ils divisent en sept groupes les continents et les îles de la Terre.

II. MM. Wagner et Supan ne comprennent, dans ce groupe, que le continent Austral et la Tasmanie.

III. Le *Statesman's Yearbook*, sous la dénomination d'Australasia, paraît comprendre les deux régions que nous désignons sous le nom d'*Australasie* et de *Polynésie*.

IV. M. Juraschek, sous la dénomination de *Australien und Oceanien*, comprend l'Océanie, moins la Malaisie.

Amérique. — I. D'après notre définition, l'Amérique du nord comprend, outre le continent, d'une part l'Archipel polaire et le Grœnland au nord, et, d'autre part, les Antilles au sud jusques et y compris la Trinité située sur la côte de l'Amérique du sud. Nous lui avions assigné, en 1886, 23,4 millions de kilomètres carrés; un nouveau calcul en 1891 nous a donné 23,7.

Pour la population des possessions britanniques au nord de l'Amérique, nous avions donné, dans notre *Précis*, 4323000, d'après divers recensements opérés de 1881 à 1886. Le *Statistical abstract* anglais porte, comme chiffre de la population calculée pour 1889, 5273000; mais le recensement de 1891 est resté un peu au-dessous de cette évaluation et nous n'avons, en somme, que 77000 à ajouter au nombre 4323000, que nous avions donné. La population de l'Amérique du nord se trouve ainsi portée à 88 millions d'âmes.

Pour l'Amérique du sud, les superficies à l'aide desquelles nous avons formé le total de 18752000^{kmq}, diffèrent peu de celles que nous avions calculées en 1886 et dont le total était de 18,3 millions de kilomètres carrés; elles sont empruntées principalement aux documents officiels des États situés dans cette partie du monde, quoique es prétentions de plusieurs États à la possession du même territoire ne permettent pas de faire simplement l'addition des totaux officiels.

II. MM. Wagner et Supan assignent 19810200^{kmq} à l'Amérique du nord; mais ils n'y comprennent ni l'Archipel polaire américain ni le Grœnland, ni l'Amérique centrale, ni les Antilles. Ils attribuent 17732130^{kmq} à l'Amérique du sud, d'après des me-

sures planimétriques prises à l'Institut géographique de Gotha à l'aide desquelles ils ont cru pouvoir rectifier les données officielles; mais ils ne comprennent pas dans l'Amérique du sud les îles Falkland et la Géorgie du sud.

La population qu'ils assignent à l'Amérique (79,6 millions pour l'Amérique du nord, 3,2 pour l'Amérique centrale, 5,5 pour les Indes occidentales, 33,3 pour l'Amérique du sud) diffère peu en somme de celle que nous donnons nous-même.

III. La superficie donnée pour l'Amérique du nord par M. Ravenstein ne comprend ni l'Archipel polaire, ni le Grœnland; mais, même en tenant compte de cette différence de classification, elle nous paraît trop faible. La population, au contraire (89,3 et 36,4), nous semble un peu trop forte.

IV. La superficie donnée par M. Juraschek est exactement celle de *Die Bevölkerung der Erde;* la population en diffère peu.

Iles de l'Océan. — Sous ce titre, MM. Wagner et Supan groupent des archipels et des îles que nous avons attribuées aux cinq parties du monde : 1° une grande partie des îles de l'Océanie, Nouvelle-Guinée et îles adjacentes, Mélanésie, Nouvelle-Zélande, Micronésie, îles Hawaï, Polynésie; 2° les îles de l'océan Indien, Madagascar, Réunion, Maurice et îles adjacentes, îles Kerguelen, etc.; 3° les îles de l'Atlantique, Açores, Madère, Canaries, îles du Cap-Vert, etc.

Terres polaires. — Sous ce titre, MM. Wagner et Supan, Ravenstein et Juraschek comprennent le Grœnland et les autres terres polaires du nord. Ils ne comptent pas (à l'exception de la Géorgie du sud classée dans les îles de l'Atlantique par MM. Wagner et Supan) les terres de la région polaire du sud, leur superficie étant inconnue.

M. le Secrétaire perpétuel informe l'Académie de la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Anatole de Caligny*, Correspondant pour la Section de Mécanique, décédé à Versailles le 24 mars 1892.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Géologie, actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné au choix du premier candidat :

M. Vasseur	obtient	25 suffrages,
M. Stanislas Meunier	»	24 »

Il y a quatre bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné au choix du second candidat :

M. Stanislas Meunier obtient.	23	suffrages.
M. Bergeron »	4	»
M. Munier Chalmas »	1	»

Il y a quatorze bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . . M. **Vasseur.**
En seconde ligne . . . . . . M. **Stanislas Meunier.**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de 1892.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Montagne. — Commission permanente composée des Membres de la Section de Botanique : MM. Duchartre, Naudin, Trécul, Chatin, Van Tieghem, Bornet.

Prix Thore. — MM. Van Tieghem, Duchartre, Blanchard, Milne-Edwards, Bornet réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chatin et Trécul.

Prix de la Fons Mélicocq. — MM. Chatin, Duchartre, Van Tieghem, Bornet, Trécul réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Naudin et Milne-Edwards.

Prix Savigny. — MM. Milne-Edwards, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, Ranvier, Grandidier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et d'Abbadie.

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie). — MM. Verneuil, Bouchard, Marey, Brown-Séquard, Charcot, Larrey, Chauveau, Sappey, Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Milne-Edwards et de Lacaze-Duthiers.

MÉMOIRES LUS.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Essai d'une théorie sur la production des diverses galles végétales;* par M. **A. Laboulbène.**

(Commissaires : MM. Duchartre, Naudin, Chatin).

« On a longtemps attribué aux insectes la faculté de faire développer les galles végétales. Nous savons aujourd'hui que non seulement d'autres animaux arrivent au même résultat, mais que des végétaux inférieurs déterminent encore la formation de plusieurs galles.

» Les anciens naturalistes avaient expliqué, selon les idées de leur époque, la production de ces excroissances anormales qui ont toujours excité la curiosité des observateurs. Pour Redi, une âme végétative de la plante présidait à la formation du ver de la galle. Malpighi admettait un acide vitriolique et qui fermentait en présence du venin de l'insecte : une galle résultait de cette fermentation. Réaumur avait supposé que l'œuf causait par son développement une élévation de température qui excitait l'action des tissus et provoquait la galle, comme un accident local. De nos jours, M. de Lacaze-Duthiers, à la suite de ses travaux sur l'armure génitale femelle des Insectes, a montré que, l'appareil térébrant étant pourvu de glandes vénénifiques, l'insecte dépose dans la plaie avec son œuf une gouttelette de liquide spécial ou venin. Ce liquide est pour lui le principal agent producteur; sa spécificité explique la forme différente, la diversité des galles.

» Depuis plusieurs années, j'ai fait un grand nombre de recherches pour arriver à la production expérimentale d'une galle. Je n'ai pu réussir encore d'une manière satisfaisante et certaine. Je ne fais qu'indiquer les piqûres, les incisions sur les bourgeons, les feuilles, les tiges, qui ne m'ont donné que les résultats ordinaires; il en a été de même pour l'insertion dans les tissus des plantes de fragments de sable, de verre, de parcelles de métaux altérables ou résistants. L'introduction d'œufs de divers insectes non gallicoles, à larves phytophages, est restée à peu près inerte. Les piqûres ou incisions avec venin d'Abeilles, de Guêpes, ou avec des acides, l'acide formique en particulier, n'ont pu faire développer une galle. J'indiquerai bientôt ce qui m'a le mieux réussi.

» C'est par l'examen comparatif des animaux et des végétaux produc-

teurs des diverses galles (ou *Cécidies*) qu'on doit arriver à préciser l'agent principal de leur formation. Je vais examiner très rapidement, à ce point de vue, les animaux (*Cécidozaires*) et les végétaux (*Cécidophytes*).

» Parmi les galles dues aux Tenthrédines (*Tenthrédocécidies*), celle du *Nematus gallicola* est typique; elle est due sûrement au liquide spécial de l'insecte femelle, car l'œuf ne se développe pas et la larve n'apparaît que tardivement. Les nombreuses et intéressantes galles des Cynipides (*Cynipicécidies*) résultent soit d'insectes présentant une génération alternante prouvée par Adler, soit de femelles sexuées. L'accroissement est peu rapide, on dirait une greffe à œil dormant. L'œuf déposé grossit; il y a endosmose et surtout exosmose active, provoquant le développement de la galle par hypertrophie de plusieurs éléments du végétal : cloisonnement des cellules épidermiques, sous-épidermiques, en palissade, etc., ainsi que MM. Prillieux, Beyerinck, Fockeu et autres, l'ont décrit. — Des Coléoptères curculionides font venir au collet des plantes crucifères des bosselures (*Curculiocécidies*). L'œuf est pondu au fond d'un canal creusé par la femelle, la larve qui en provient détermine seule la galle par le liquide sortant de sa bouche quand elle entame le tissu végétal.

» Les Lépidoptères occasionnent de très rares productions galliformes tandis que les Diptères sont galligènes (*Diptérocécidies*) avec les Trypétides femelles pourvues d'un oviscapte et surtout avec les Cécidomyies produisant de véritables galles internes à cavité et plus encore des galles externes entre les feuilles, les fleurs des végétaux, et nommées *Galloïdes*. Plusieurs de ces larves m'ont paru avoir la peau humide. — Les Pucerons qui font naître les galles vésiculeuses de l'orme, du peuplier, du térébinthe, du caroubier, (*Aphicécidies*) ont un liquide vénénifique buccal et de même le Phylloxera de la vigne. Chez tous les insectes précités, soit Tenthrédines, soit Coléoptères, soit Diptères, soit Pucerons, les diverses espèces d'une même tribu sont tantôt galligènes, tantôt inhabiles à provoquer une galle végétale. Tout est semblable entre eux comme organes, il ne manque à ces derniers animaux que le liquide spécial, vénénifique.

» La transition est facile aux Acariens galligènes, toujours pourvus d'une salive venimeuse, aux *Acarocécidies* et *Phytoptocécidies*. Les Anguillules du blé niellé et l'*Heterodera Schachtii* ♀ de la Betterave, décrite récemment par M. J. Chatin, occasionnent des galles par leur action sur les verticilles floraux et les racines. Le *Notommata Verneckii*, de la classe des Rotifères, détermine une intumescence dans les tubes des Vauchéries.

» Les Cécidophytes dues aux végétaux galligènes, parasites d'autres végétaux, sont nombreuses; je ne fais qu'indiquer les *Mycocécidies* des

Plasmodiophora, Ræstelia, Ustilago, etc. De remarquables galles cécidophytes, dont je dois l'indication à M. Bornet, ont été trouvées récemment sur des Algues marines (*Streblonemopis irritans* sur *Cystocira opuntioides* et *Ectocarpus Valiantei* sur *C. ericoides*. Mais j'insiste sur les galles du pin d'Alep, de l'olivier, celles que j'ai vues sur le pommier et le poirier, galles provenant de Bactéries (*Bactériocécidies*). Ces galles végétales bactériennes sont vraiment dignes d'attention; elles sont produites par des matières solubles provenant des bactéries, matières analogues aux substances si étudiées en pathologie humaine et comparée, par MM. Pasteur, Chauveau, Bouchard, Duclaux et leurs élèves.

» Il convient de faire deux remarques importantes et corrélatives : 1° Ce qui m'a réussi en partie, comme expérimentation, est l'inoculation au végétal d'un peu d'eau distillée, ayant imprégné ou lavé des larves de Cécidomyies, et de même le frottement rude ou l'introduction d'un fragment du tégument de ces larves sur une feuille ou un bourgeon. Je note encore l'inoculation du liquide recueilli après arrachement ou section de la tête sur plusieurs larves galligènes. 2° Lorsque l'insecte producteur d'une galle est mort, ordinairement par l'atteinte des parasites, la forme de cette galle peut changer. Je l'ai constaté pour celle du *Neuroterus lenticularis,* et Joseph Giraud avait vérifié le fait. Je l'ai vu encore pour une galle externe ou galloïde du genêt : l'endroit où les larves étaient bien vivantes, entre les feuilles, offrait un grand développement; le côté opposé, occupé par les parasites meurtriers, avait des feuilles moins modifiées, beaucoup plus réduites. Enfin, dans une tige de Crucifère, j'ai trouvé de simples galeries contournées au lieu des tubérosités ou bosselures formant l'ensemble de la galle. Ces galeries renfermaient les larves mortes de *Ceutorhynchus* et, près d'elles, des nymphes noirâtres et vivantes de Ptéromaliens parasites.

» En résumé, l'examen des faits prouve que la cause majeure de la production des diverses galles végétales est due, suivant l'idée agrandie de M. de Lacaze-Duthiers, à des substances liquides sortant du corps des animaux ou des végétaux galligènes. Ces liquides proviennent tantôt des glandes annexées à l'appareil génital femelle, tantôt ils passent à travers les membranes molles et extensibles d'un œuf. La même cause agit si le liquide est sécrété par les cellules d'une glande s'ouvrant dans la bouche avec ou sans organes de succion, ou s'il transsude des parois mêmes du corps d'une larve, d'un Helminthe, ou, enfin, s'il est fourni par une Bactérie galligène. Ce n'est donc ni une piqûre, ni une incision, ni un corps étranger qui peuvent produire une excroissance végétale durable, une

véritable galle, ce sont des matières solubles, élaborées par des cellules animales ou végétales, et ces matières liquides ont une action spéciale, nécessaire, indispensable. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Lois mécaniques de la circulation de l'atmosphère. Surfaces isodenses. Grains. Circulations secondaires et générales.* Mémoire de M. **Le Goarant de Tromelin**, présenté par M. Faye. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à l'examen de M. Mascart).

« Dans ce Mémoire, l'auteur a eu pour but de démontrer qu'il ne peut exister à la surface de la Terre de vent ascendant, dans l'acception usuelle du mot. Les lois qu'il pose sont déduites de la considération des surfaces isodenses.

» Si l'on réunit tous les points où l'air a la même densité, ces points détermineront des *surfaces*, que l'auteur a appelées *isodenses*. Les couches d'air, superposées par ordre de densité, sont stratifiées selon les courbures des surfaces isodenses. Les couches horizontales seront en repos.

» S'il y a inclinaison, l'air s'écoulera selon les lignes de plus grande pente des surfaces isodenses, sens de moindre résistance.

» Il n'y a aucune raison pour qu'une tranche d'air comprise entre deux surfaces isodenses passe, par un mouvement vertical, d'une couche dans une autre; cet air ayant au-dessous de lui une surface isodense de plus forte densité, et au-dessus une surface de densité moindre.

» Soit de l'air sec à la même pression et à la même température en différents points de la surface d'une région; cet air sera en équilibre. Nous pourrons donc représenter les surfaces isodenses par des traits horizontaux que nous tracerons à égale distance en altitude. Isolons par la pensée deux colonnes d'air A et B de longueur indéfinie, traversant ces couches, et supposons qu'à gauche la température de l'air de la colonne A surpasse de 10° celle de la colonne de droite B, les tranches de la colonne A étant dilatées, les surfaces isodenses seront inclinées de B vers A.

» Mais si l'on fait la figure, on verra que l'inclinaison changera bientôt de sens, en passant par l'horizontalité, c'est-à-dire qu'une tranche reste en équilibre, entre les couches supérieures et inférieures en mouvement.

» L'écoulement de l'air se fera donc en bas, vers la région dilatée, et en haut, vers la région plus froide.

» A droite et à gauche de ces deux tubes idéaux, le remplacement de l'air, pour achever le cycle, se fera *tranche par tranche pour la montée et pour la descente*. C'est-à-dire que les vents résultant de l'écoulement de l'air, selon les pentes ainsi créées, seront descendants entre les surfaces isodenses, et se feront par une infinité de pentes, tandis que la montée et la descente de l'air s'opéreront tranche par tranche.

» L'auteur développe ces théories et conclut par une définition des vents, donnée sous forme de loi, qui est la suivante :

» *Les vents sont produits par l'écoulement de l'air selon les lignes de plus grande pente des surfaces isodenses, avec une vitesse croissant avec cette pente. Leur circulation dans la partie ascendante et descendante de leur circuit s'opère par le remplacement de l'air par couches successives.*

» Comme application, l'auteur donne l'explication des grains.

» Enfin l'auteur termine en admettant, à titre d'hypothèse, qu'au-dessus de la circulation terre à terre explorée, il doit en exister une autre plus vaste, uniforme, régulatrice, ne subissant que des modifications annuelles avec le Soleil, allant des pôles aux régions équatoriales et inversement. »

M. Escary adresse une nouvelle Note de Mécanique céleste faisant suite à ses Communications précédentes.

(Renvoi à l'examen de M. Tisserand.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le tome V des Œuvres de *Lavoisier*, publiées par les soins du Ministre de l'Instruction publique. (Présenté par M. Troost au nom de M. Grimaux.)

Ce volume renferme divers Mémoires de Géologie et de Minéralogie, plusieurs Notes et Mémoires de Chimie, des Mémoires scientifiques et administratifs sur la production des salpêtres et sur la régie des poudres.

2° « L'Année scientifique et industrielle », par M. *Louis Figuier*. 35e année, 1891. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift (Rochester, 6 mars 1892) et de la planète Wolf (Vienne, 18 mars 1892) faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est)*; par Mlle **D. Klumpke**, communiquées par M. Mouchez.

Dates 1892.		Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Astre — Étoile. ΔR.	Astre — Étoile. ΔD.	Nombre de comparaisons.
Mars. 17.....	*a*	5574 BD — 21°	8,2	m s −0.20,24	−8'.39",2	6.2
17.....	*a*	Id.	8,2	−0.18,42	−8.11,8	2.2
21.....	*b*	2450 BD — 5	8,0	+1.38,31	»	5
21.....	*b*	Id.	8,0	»	−9.48,1	6
23.....	*b*	Id.	8,0	+0.11,45	−4.53,0	8.8
24.....	*b*	Id.	8,0	−0.26,06	−2.43,0	8.8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Mars 17.	*a*	h m s 19.49. 9,21	s −0,73	−21°.47'.19",0	−7",7	Arg. $Œ_2$ (15778)
21.	*b*	11. 2.45,74	+1,14	+ 5. 2.39,3	−5,4	Weisse (1097)
23.	*b*	»	+1,14	»	−5,4	»
24.	*b*	»	+1,13	»	−5,4	»

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Mars 17.....	h m s 17. 8.55	h m s 19.48.48,24	$\bar{1}$,467$_n$	−21°.56'. 6",2	0,893
17.....	17.19.41	19.48.50,06	$\bar{1}$,441$_n$	−21.55.38,5	0,897

Positions apparentes de la planète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Mars 21.....	11.28.50	11. 4.25,19	$\bar{2}$,607	»	»
21.....	11.48.10	»	»	+ 4.52.45,5	0,791
23.....	11.30.34	11. 2.58,33	$\bar{1}$,202	+ 4.57.40,9	0,792
24.....	10.13.19	11. 2.20,81	$\bar{2}$,806$_n$	+ 4.59.50,9	0,790

» *Remarques.* — Mars 17 : Observation difficile à cause de l'instrument dont la manœuvre est très pénible.

» Mars 21 : Ciel nuageux. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift faites à l'Observatoire de Toulouse*, par M. B. **Baillaud**.

Dates 1892.	Étoiles de comparaison.	Comète — Étoile ΔR.	Comète — Étoile ΔD.	Nombre de comparaisons.
Mars 16.....	21891 Munich.	+ 27^s,41	+ 8'.58",7	18:12
18.....	15796 Arg. Weiss.	+2.38,82	— 4.39,4	9: 7
19.....	22513 Munich.	+3.28,38	+11.15,4	12:18
21.....	23483 »	—1.28,14	+ 1.49,5	18:20
25.....	24473 »	+2. 5,95	+ 4.45,5	9:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.	Étoiles autorités.	Ascension droite moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1892,0.	Réduction au jour.
Mars 16..	½ (Arg. Weiss.+Munich)	19^h.43^m.49^s,79	—0^s,74	—23°. 3'. 1",7	—7",29
18..	Arg. Weiss.	19.50.39,73	—0,71	—20.52. 3,3	—7,89
19..	½ (Arg. Weiss.+Munich)	19.54.13,06	—0,69	—20. 9. 6,6	—8,04
21..	Munich	20. 7.47,23	—0,69	—18. 0. 4,5	—8,60
25..	Munich	20.21.13,28	—0,64	—13.53.53,4	—9,55

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Mars 16..	16^h.58^m.36^s	19^h.44^m.16^s,46	$\bar{1}$,526$_n$	—22°.54'.10",3	0,864
18..	17.18. 2	19.53.17,84	$\bar{1}$,482$_n$	—20.56.50,6	0,869
19..	17. 9. 4	19.57.40,75	$\bar{1}$,500$_n$	—19.57.59,2	0,863
21..	16.37.29	20. 6.18,40	$\bar{1}$,548$_n$	—17.58.23,6	0,845
25..	16.59. 2	20.23.18,59	$\bar{1}$,510$_n$	—13.49.17,5	0,840

» L'observation du 21 mars a été faite à l'équatorial Brunner; les autres au grand télescope Gautier. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique de Wolf, faites au grand télescope de l'Observatoire de Toulouse*, par MM. **E. Cosserat** et **F. Rossard**, transmises par M. Tisserand.

Dates 1891.	Étoiles de comparaison.	Comète — Étoile. Æ.	ⓓ.	Nombre de comparaisons.	Observ.
		m s	′ ″		
Nov. 28...	*a* 923 BD — 12°	−1.49,05	+1.22,0	12 : 8	C
28...	*a* »	−1.50,38	+0.56,4	12 : 6	R
Déc. 1...	*b* 893 BD — 13	+0.12,23	−4. 5,5	20 : 10	C
1...	*b* »	+0.11,77	−4. 9,5	20 : 10	R
4...	*c* 887 BD — 13	−0.28,66	−8.30,7	12 : 10	C
4...	*d* 888 BD — 13	−0.54,52	+0.34,6	12 : 8	C
4...	*d* »	−0.55,09	+0.20,2	12 : 8	R
21...	*e* 872 BD — 14	+0.17,84	+1.22,8	8 : 8	C
22...	*e* »	+0. 6,44	+2.47,7	10 : 20	C
22...	*e* »	+0. 5,87	+2.50,8	10 : 20	R
26...	*f* 875 BD — 14	−1.17,48	−9. 9,8	12 : 6	C
31...	*g* 885 BD — 14	−2.26,86	−8.19,2	12 : 8	C
31...	*g* »	−2.26,61	−8. 6,5	12 : 6	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1891.	Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Nov. 28.	*a*	4.28. 1,84	+3,11	−12°.46′.23″,8	+12″,3	½(Schjellerup, nos 1460-1461. — Paris 5249)
Déc. 1.	*b*	4.24. 4,24	+3,14	−13.17.22,2	+12,9	467 W_1. H. 4
4.	*c*	4.22.53,74	+3,16	−13.42.29,9	+11,3	443 W_1. H. 4
4.	*d*	4.23.18,31	+3,16	−13.51.47,1	+11,2	452 W_1. H. 4
21.	*e*	4.14.52,49	+3,22	−14.51.14,7	+ 8,2	2475 Argelander. Weisse
22.	*e*	4.14.52,49	+3,22	−14.51.14,7	+ 8,1	Id.
26.	*f*	4.15.42,79	+3,22	−14.28.56,0	+ 7,4	282 W_1. H. 4
31.	*g*	4.16.48.21	+3,21	−14. 8.24,9	+ 6,6	2 observ. mérid., Toulouse

Positions apparentes de la comète.

Dates 1891.	Temps moyen de Toulouse.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s			
Nov. 28....	9.42.54	4.26.15,90	$\bar{1},383_n$	−12°.44′.49″,5	0,851
28....	10.26.27	4.26.14,57	$\bar{1},224_n$	−12.45.15,1	0,859
Déc. 1....	9.54.47	4.24.19,61	$\bar{1},299_n$	−13.21.14,8	0,858

Dates 1891.		Temps moyen de Toulouse.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		h m s	h m s		° ′ ″	
Déc.	1....	10.18.26	4.24.19,15	$\bar{1},198_n$	−13.21.18,8	0,863
	4....	9.51.12	4.22.28,24	$\bar{1},260_n$	−13.50.49,3	0,862
	4....	10.12.52	4.22.26,95	$\bar{1},156_n$	−13.51. 1,3	0,866
	4....	10.47.59	4.22.26,38	$\bar{2},890_n$	−13.51.15,7	0,869
	21....	11. 2.13	4.15.13,55	$\bar{2},963$	−14.49.43,7	0,874
	22....	9.17. 4	4.15. 2,15	$\bar{1},009_n$	−14.48.18,9	0,874
	22....	9.54.28	4.15. 1,58	$\bar{2},483_n$	−14.48.15,8	0,875
	26....	10.52. 6	4.14.28,53	$\bar{1},038$	−14.37.58,4	0,872
	31....	9.28.24	4.14.24,56	$\bar{2},041_n$	−14.16.37,5	0,873
	31....	10.17.51	4.14.24,81	$\bar{2},921$	−14.16.24,8	0,871

GÉOMÉTRIE. — *Sur les réseaux plans à invariants égaux* (1). Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. G. Darboux.

« Le lien entre les réseaux plans à invariants égaux et la théorie des lignes asymptotiques rend intéressante la détermination de ces sortes de réseaux plans. Ils généralisent l'isothermie, en ce sens que l'isothermie d'un réseau orthogonal équivaut à l'égalité des invariants de ce réseau.

» Les réseaux isothermes plans nous fournissent donc une première famille de réseaux plans à invariants égaux.

» Le principe suivant permet d'en construire d'autres.

» *La perspective d'un réseau conjugué à invariants égaux tracé sur une surface est un réseau plan à invariants égaux.*

» Prenons, par exemple, une quadrique Q; tous les réseaux conjugués à invariants égaux tracés sur Q sont connus. Si, en effet, on transforme par homographie Q en une sphère, ces réseaux deviennent les réseaux orthogonaux isothermes de la sphère, lesquels se déduisent par stéréographie des réseaux analogues du plan. En faisant la perspective des réseaux conjugués à invariants égaux tracés sur Q, nous aurons donc sans intégration toute une grande et nouvelle classe de réseaux conjugués à invariants égaux.

» Soit Ω la conique qui est la perspective du contour apparent de Q, ces nouveaux réseaux peuvent être dits *orthogonaux* et *isothermes*, en entendant : 1° par *orthogonales* deux droites conjuguées par rapport à Ω; 2° par isothermes les réseaux *orthogonaux* à invariants égaux.

(1) *Voir* ma Note du 11 janvier 1892.

» Les surfaces *isothermiques* nous fourniront chacune par la perspective de leurs lignes de courbure un réseau plan à invariants égaux; telles sont, par exemple, les surfaces à courbure moyenne constante, et, en particulier, les surfaces minima. Ce que l'on sait sur ces dernières surfaces nous apprend que les réseaux plans à invariants égaux qui résultent de la perspective de leurs lignes de courbure s'obtiendront par deux quadratures. Nous aurons là, on le voit, une classe fort étendue de nouveaux réseaux plans à invariants égaux, et, par suite, de surfaces dont on connaît les asymptotiques.

» J'ajouterai enfin une nouvelle remarque qui étend beaucoup les résultats précédents. Soit

$$2\alpha\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}+\frac{\partial\alpha}{\partial v}\frac{\partial\theta}{\partial u}+\frac{\partial\alpha}{\partial u}\frac{\partial\theta}{\partial v}+\beta\theta=0$$

l'équation de Laplace relative à un réseau plan à invariants égaux. On sait que, si l'on effectue la transformation de Laplace

$$\theta'=\frac{\partial\theta}{\partial u}+\frac{1}{2\alpha}\frac{\partial\alpha}{\partial u}\theta,$$

θ' vérifie une nouvelle équation à invariants égaux. Nous pourrons de la sorte, par la transformation de Laplace, déduire d'un réseau plan à invariants égaux une double suite, généralement illimitée, de réseaux plans à invariants égaux. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les congruences dont la surface moyenne est un plan.* Note de M. C. Guichard, présentée par M. Darboux.

« Ces congruences H' sont évidemment des cas particuliers de celles que M. Petot désigne sous le nom de *congruences H*. Dans une Note, insérée en juin 1891 dans les *Comptes rendus*, j'ai donné les formules qui définissent les congruences H. En tenant compte de ces formules et en supposant que la surface moyenne est le plan des xy, on aura, pour déterminer H' :

» Coordonnées du point moyen C :

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial x}{\partial u}&=\xi\frac{\partial\zeta}{\partial u}-\zeta\frac{\partial\xi}{\partial u}, & \frac{\partial y}{\partial u}&=\zeta\frac{\partial\zeta}{\partial u}-\zeta\frac{\partial\eta}{\partial u},\\ \frac{\partial x}{\partial v}&=-\xi\frac{\partial\zeta}{\partial v}+\zeta\frac{\partial\xi}{\partial v}, & \frac{\partial y}{\partial v}&=-\zeta\frac{\partial\zeta}{\partial v}+\zeta\frac{\partial\eta}{\partial v},\end{aligned}\right\}\ z=0.$$

» Coordonnées des foyers F_1, F_2 :

$$F_1, \quad X_1 = x + \xi\zeta, \quad Y_1 = y + \eta\zeta, \quad Z_1 = \zeta^2;$$
$$F_2, \quad X_2 = x - \xi\zeta, \quad Y_2 = y - \eta\zeta, \quad Z_2 = -\zeta^2,$$

ξ, η, ζ étant trois solutions d'une équation de M. Moutard. Ces trois quantités sont proportionnelles aux cosinus directeurs de la droite D de la congruence. Enfin les développables de la congruence sont les surfaces $u = \text{const.}$, $v = \text{const.}$

» Déterminons un point M dont les coordonnées x_1, y_1, z_1 sont déterminées par les formules

$$\frac{\partial x_1}{\partial u} = \eta\frac{\partial\zeta}{\partial u} - \zeta\frac{\partial\eta}{\partial u}, \quad \frac{\partial y_1}{\partial u} = \zeta\frac{\partial\xi}{\partial u} - \xi\frac{\partial\xi}{\partial u}, \quad \frac{\partial z_1}{\partial u} = \xi\frac{\partial\eta}{\partial u} - \eta\frac{\partial\xi}{\partial u},$$
$$\frac{\partial x_1}{\partial v} = -\eta\frac{\partial\zeta}{\partial v} + \zeta\frac{\partial\eta}{\partial v}, \quad \frac{\partial y_1}{\partial v} = -\zeta\frac{\partial\xi}{\partial v} + \xi\frac{\partial\xi}{\partial v}, \quad \frac{\partial z_1}{\partial v} = -\xi\frac{\partial\eta}{\partial v} + \eta\frac{\partial\xi}{\partial v}.$$

» Le point M décrit une surface rapportée à ses lignes asymptotiques. La normale en M est parallèle à D; enfin si l'on fait tourner de 90° autour de l'origine la projection de M sur le plan des xy on obtient le point C. D'où la construction géométrique suivante des congruences H' :

» *On prend une surface quelconque* S, *on projette un point* M *de cette surface sur un plan fixe* P ; *on fait tourner cette projection m de* 90° *autour d'un point fixe* O *de* P. *Par le point ainsi obtenu, on mène une droite* D *parallèle à la normale en* M. *Quand* M *décrit* S, D *décrit une congruence* H'.

» Les normales aux plans focaux de H' ont leurs cosinus directeurs proportionnels aux mineurs des matrices

$$\begin{vmatrix} \xi & \eta & \zeta \\ \frac{\partial\xi}{\partial u} & \frac{\partial\eta}{\partial u} & \frac{\partial\zeta}{\partial u} \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} \xi & \eta & \zeta \\ \frac{\partial\xi}{\partial v} & \frac{\partial\eta}{\partial v} & \frac{\partial\zeta}{\partial v} \end{vmatrix},$$

c'est-à-dire

$$\frac{\partial x_1}{\partial u}, \quad \frac{\partial y_1}{\partial u}, \quad \frac{\partial z_1}{\partial u}; \quad \frac{\partial x_1}{\partial v}, \quad \frac{\partial y_1}{\partial v}, \quad \frac{\partial z_1}{\partial v},$$

» Donc :

» *Les plans focaux de* H' *sont perpendiculaires aux tangentes asymptotiques de* S.

» Si S est une surface minima, H' est une congruence de normales. On retrouve ainsi les surfaces qui ont été découvertes par M. Bonnet (surfaces dont la somme des rayons de courbure principaux est le double de la normale).

» On vérifiera facilement les résultats suivants :

» Si S est une surface à courbure totale constante, les développables de H′ touchent les surfaces focales suivant leurs lignes de courbure.

» Si S est une surface réglée, l'une des surfaces focales de H′ est une développable. Aux génératrices de cette développable correspondent, sur la seconde surface focale, des paraboles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *De l'existence des intégrales dans un système différentiel quelconque*. Note de M. **Riquier**, présentée par M. Darboux.

« Dans un Mémoire publié en 1890 (*Annales de l'École Normale supérieure*), MM. Méray et Riquier ont étudié certains systèmes linéaires du premier ordre impliquant un nombre quelconque de fonctions inconnues et de variables indépendantes, et ont prouvé la convergence des développements de leurs intégrales. Dans une thèse publiée en 1891, et par une méthode toute semblable, M. Bourlet a étendu les mêmes conclusions à un nouveau type linéaire, et il a fait voir, en outre, que tout système différentiel est réductible à un pareil type, *complètement intégrable ou non*. Avant que j'eusse connaissance de la thèse de M. Bourlet, avant même qu'elle fût publiée, j'étais en possession d'une forme beaucoup plus générale (celle que je définis ci-après sous le nom d'*harmonique*), et j'ai pu dernièrement effectuer la réduction d'un système quelconque à un système *complètement intégrable*, d'ordre égal ou supérieur à 1, et présentant, avec certaines particularités, la forme entière par rapport aux dérivées des fonctions inconnues (les particularités dont il s'agit sont de nature telle, que, lorsque le système est du premier ordre, il est en même temps linéaire).

» Faisons correspondre à chacune des variables indépendantes $x, y, \ldots$, et à chacune des fonctions inconnues $u, v, \ldots$ engagées dans un système différentiel quelconque, p entiers positifs, nuls ou négatifs, que nous nommerons respectivement *cote première, cote seconde, ..., cote* $p^{\text{ième}}$ de cette quantité; puis, nommons *cote* $q^{\text{ième}}$ $(q = 1, 2, \ldots, p)$ d'une dérivée quelconque l'entier obtenu en ajoutant à la cote $q^{\text{ième}}$ de la fonction inconnue les cotes homologues de toutes les variables de différentiation, distinctes ou non. Cela étant, le système différentiel proposé sera dit *harmonique* si, moyennant un choix convenable du nombre p et des cotes attribuées à $x, y, \ldots, u, v, \ldots$, il remplit à la fois les conditions suivantes : 1° chacune des équations du système a pour premier membre une dérivée de

quelque fonction inconnue, et les seconds membres de ces mêmes équations sont olotropes dans quelque système de cercles. 2° Les diverses dérivées qui figurent dans le second membre d'une équation quelconque ont des ordres au plus égaux à celui du premier membre correspondant; si l'on désigne, en outre, par $c_1, c_2, \ldots, c_p$ les cotes du premier membre, et par $c'_1, c'_2, \ldots, c'_p$ celles d'une dérivée d'ordre égal figurant dans le second, les différences $c_1 - c'_1, c_2 - c'_2, \ldots, c_p - c'_p$ ne sont pas toutes nulles, et la première d'entre elles qui ne s'évanouit pas est positive. 3° Aucun des premiers membres ni aucune de leurs dérivées ne figurent dans le second membre d'une équation donnée quelle qu'elle soit.

» Parmi les systèmes harmoniques, les seuls qu'il importe de considérer sont les systèmes *complètement intégrables,* nous voulons dire ceux dont les seconds membres satisfont à certaines identités, qu'il nous est impossible d'indiquer ici, faute d'espace.

» Si, dans un système harmonique complètement intégrable, les seconds membres sont entiers par rapport aux dérivées de $u, v, \ldots$, et si, dans chaque second membre, la somme des ordres des facteurs dont se compose un terme quelconque est au plus égale à l'ordre du premier membre correspondant, le système en question sera dit *canonique*.

» Cela posé :

» *Tout système harmonique complètement intégrable admet un groupe d'intégrales, et un seul, répondant à des conditions initiales données.*

» *Étant donné un système différentiel dont les seconds membres sont nuls, et les premiers olotropes dans un système de cercles, on peut, dans les circonstances générales, et sauf la rencontre de relations finies impossibles, ramener son intégration à celle d'un système harmonique complètement intégrable impliquant, avec les mêmes variables, certaines des fonctions inconnues du proposé; quant aux fonctions inconnues restantes, elles sont exprimables, par des formules finies, à l'aide des premières et des variables indépendantes.* (Il va sans dire que ces deux groupes de formules, dont l'ensemble équivaut au système proposé, peuvent éventuellement se réduire à un seul.)

» Enfin, *l'intégration d'un système harmonique complètement intégrable d'ordre quelconque se ramène à celle d'un système canonique d'ordre égal.*

» Dès lors, *étant donné un système différentiel dont les seconds membres sont nuls, et les premiers olotropes dans un système de cercles : ou bien ce système n'admet aucune solution; ou bien sa solution ne dépend d'aucun élément arbitraire; ou bien enfin son intégration se ramène à celle d'un système canonique.*

» Il ne reste plus qu'à ajouter quelques mots sur les systèmes différentiels qui, avec des seconds membres tous nuls, ont leurs premiers membres olotropes, non plus dans un système de cercles, mais dans un espace *normal* quelconque [*voir* mon Mémoire *Sur les principes de la Théorie générale des fonctions* (*Annales de l'École Normale supérieure*, p. 66 et 67, 1891)].

» J'ai exposé en détail tous ces résultats dans un Mémoire qui sera publié prochainement (*Annales de l'École Normale supérieure*). »

MÉCANIQUE. — *Chronographe électro-balistique*. Note de M. **W. Schmidt**, présentée par M. Wolf.

« M. Schmidt a établi son chronographe sur le principe du mouvement d'un balancier de chronomètre. Il a pensé que le balancier du chronomètre, par sa grande vitesse et la précision de son mouvement, pourrait servir à mesurer une très petite division du temps. Pour atteindre ce but, il était nécessaire de maintenir constante l'amplitude de l'oscillation; cela est assuré par un mécanisme spécial. L'aiguille est fixée sur l'axe même du balancier. Avant chaque observation on amène l'aiguille au zéro de la graduation; le ressort spiral est alors armé d'un demi-tour et le balancier ainsi au repos se trouve dans la même situation que le balancier libre à la fin d'une oscillation. Le chronographe se met en marche à l'instant où un courant électrique qui traverse l'instrument est interrompu. L'arrêt était produit, dans les premiers modèles, par rétablissement de premier courant; mais dans les derniers chronographes, établis pour mesurer des intervalles de temps d'une courte durée, l'instrument s'arrête par interruption d'un deuxième courant identique au premier.

» Le chronographe construit spécialement pour mesurer la vitesse initiale des projectiles, est d'une extrême simplicité et d'une grande commodité. Il est de forme carrée (20×16 et 6^{cm}). Au milieu se trouve le cadran avec son aiguille; celle-ci est amenée à zéro par une rotation de la glace, qui est munie à cet effet d'une petite tige. Des deux côtés du cadran se trouvent les rhéostats destinés à régler les deux courants. Le premier est en communication avec un premier cadre, ou passe dans un fil tendu devant la bouche de l'arme de feu. Quant le coup part, le projectile coupe le premier courant et le chronographe se met en marche jusqu'au moment où le projectile traverse un deuxième cadre ou touche une cible. On peut

donc lire directement le temps que le projectile a pris pour parcourir la distance entre les deux cadres, ou, si cette distance est 50^m, la vitesse en mètres par seconde.

» La graduation du cadran est faite d'une manière empirique, à l'aide d'un disjoncteur qui interrompt les courants à des intervalles bien précis. Les erreurs du chronographe, consistant en retard de la mise en marche et de l'arrêt, etc., sont éliminées par le procédé de division même du cadran. Les erreurs variables, provenant de l'épaississement de l'huile, etc., sont peu importantes; les chronomètres, en général, subissent les mêmes inconvénients, mais peuvent, malgré cela, marcher des années avec une variation de quelques secondes par vingt-quatre heures; donc pour une observation de $\frac{1}{10}$ de seconde, les effets sont une quantité négligeable.

» La manœuvre de ce chronographe est très facile. On règle tout d'abord le deuxième courant, en le faisant passer par la bobine de résistance et on l'augmente par le deuxième rhéostat jusqu'au moment où l'aiguille est libre. On change alors le courant de manière qu'il ne passe plus par la bobine de résistance. Pour le premier courant, on procède de la même façon, en le faisant passer par la borne spéciale à la bobine de résistance, on met l'aiguille à zéro et l'on affaiblit le courant par le premier rhéostat jusqu'au moment où l'aiguille se met en mouvement. On remet alors le courant à la borne ordinaire. Les courants sont alors réglés. Pour employer l'appareil, il suffit d'appuyer sur un bouton, de ramener l'aiguille à zéro et le chronographe est alors prêt à fonctionner.

» Le chronographe a certains avantages sur ceux employés aujourd'hui. Il est très portatif et n'exige aucune installation de fondation solide; il peut être placé près du fusil, sans que la vibration des coups y produise des erreurs. Il ne demande aucune connaissance spéciale pour s'en servir. L'aiguille part et s'arrête avec grande netteté. La lecture en est très facile surtout avec la petite loupe placée pour cet usage. Les résultats comparatifs, faits en divers polygones, ont donné de bons résultats. »

PHYSIQUE. — *Sur le rayonnement des corps incandescents et la mesure optique des hautes températures.* Note de M. **J. Violle**, présentée par M. Mascart.

« La mesure de l'intensité d'une radiation déterminée constitue le procédé le plus simple et le plus sensible pour déterminer la température

d'un corps incandescent. Une seule donnée est nécessaire, la loi suivant laquelle varie la radiation avec la température. Toute question de priorité laissée de côté, il y a quelque intérêt à comparer les nombres récemment publiés par M. H. Le Chatelier sur cette question à ceux que j'ai obtenus jadis ([1]).

» J'opérais sur du platine placé dans un champ calorifique constant et rayonnant librement vers le photomètre.

» M. H. Le Chatelier a fait ses mesures sur « un certain nombre de » corps chauffés dans la flamme de brûleurs à air et à gaz mêlés. On peut » admettre, en raison de la transparence de la flamme, qu'on se trouve » dans le cas d'un corps chaud placé au milieu d'une enceinte froide ».

» Le Tableau suivant met, en regard de mes nombres pour les radiations correspondant aux raies C et D de Fraunhofer, ceux de M. H. Le Chatelier pour le platine et pour l'oxyde de fer magnétique, les nombres relatifs à « l'oxyde magnétique dont le pouvoir émissif est égal à l'unité » s'appliquant à tous les corps chauffés dans une enceinte de tempéra- » ture uniforme » : l'intensité de la radiation à 1000° est, dans tous les cas, prise pour unité :

	Violle.		Le Chatelier.	
	$\lambda = 656$	$\lambda = 589,2$	Verre rouge.	
	Platine.		Oxyde magnétique.	Platine.
775°	0,045 ([2])	0,027	0,037	0,040
954	0,55	0,53	0,54	0,55
1045	1,80	1,93	1,65	1,68
1500	85	116	86	98
1775	280	430	385	450

» Les nombres de M. H. Le Chatelier sont d'accord avec les miens jusqu'à 1500°. Au delà, il y a discordance. M. H. Le Chatelier, qui a bien voulu appeler mon attention sur cette discordance, l'attribue à l'imperfection de mes enceintes qui auraient agi comme froides relativement au platine en voie de solidification. J'avais apporté tous mes soins à éviter de mon mieux cette cause d'erreur. Je crois plutôt que l'intensité à 1775° lui

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 171; 1879; et t. LCII, p. 866 et 1204; 1881.

([2]) Nombre calculé par la formule que j'ai donnée pour représenter l'intensité d'une radiation quelconque entre 775° et 1775°, l'observation directe étant ici très incertaine par suite du manque d'intensité.

paraît plus élevée parce que le verre rouge est de moins en moins monochromatique à mesure que la température du corps qui rayonne s'élève. C'est la cause pour laquelle j'ai repris en 1881 avec le spectrophotomètre, les mesures que j'avais faites en 1879 avec un verre rouge et dont la comparaison avec celle de M. H. Le Chatelier ne sera pas sans intérêt.

	Violle (verre rouge). Platine.	Le Chatelier (verre rouge).	
		Oxyde magnétique.	Platine.
800°	0,059	0,038	0,042
900	0,26	0,26	0,27
1000	1	1	1
1100	3,35	3,1	3,2
1200	9,8	8,1	8,7
1300	25	21	23
1400	55	43	47
1500	107	86	98
1600	180	158	187
1700	264	290	340
1775	323	385	450

» Je citerai encore les résultats suivants d'expériences dans lesquelles j'ai étudié avec une pile thermo-électrique linéaire le rayonnement d'un fil de platine transmis par un prisme et une lentille de sel gemme, la pile étant placée dans l'infrarouge, à une distance du rouge extrême sensiblement égale à la largeur du spectre visible :

1000	1
1200	1,85
1400	2,47
1600	2,91

Ces nombres montrent que l'intensité de cette radiation ne croît plus très vite au delà d'une certaine limite.

» J'ai toujours pensé qu'il en était de même pour toute radiation. Je ne crois pas que les nouvelles déterminations de M. H. Le Chatelier contredisent cette manière de voir, le rayonnement transmis par un verre rouge n'étant pas bien défini théoriquement.

» Au point de vue pratique, les mesures effectuées à l'aide d'un pyromètre gradué avec un verre déterminé n'en conservent pas moins toute leur valeur. »

PHYSIQUE. — *Sur la température du Soleil.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Les nombreuses tentatives faites pour déterminer la température du Soleil ont conduit aux résultats les plus discordants; les chiffres donnés jusqu'ici ont varié de 1500° à 5 000 000°. Pourtant la méthode employée a toujours été la même, celle de Pouillet et les déterminations expérimentales ont toujours été suffisamment concordantes. Les divergences sur le résultat final proviennent uniquement, comme M. Vicaire l'a fait remarquer, des lois différentes admises pour relier le rayonnement des corps incandescents à leur température.

» La loi de Newton, qui ne se vérifie que dans un intervalle de quelques degrés, donne, pour la température du Soleil, des millions de degrés.

» La loi de Dulong, qui n'est exacte que pour un écart de 150° au plus, donne 1500°.

» La loi de Rosetti, établie par des expériences faites entre 0° et 300°, donne 10 000°.

» Le degré de confiance que méritent des déterminations obtenues au moyen de semblables extrapolations croît nécessairement très rapidement avec la grandeur de l'intervalle de température dans lequel la loi du rayonnement a été soumise au contrôle de l'expérience. Mes recherches, qui embrassent un intervalle de 1100° (700° à 1800°), c'est-à-dire quatre fois plus étendu que les plus étendues des expériences rappelées ici, doivent pouvoir conduire à des conclusions plus certaines.

» L'intensité des radiations rouges émises par un corps incandescent, dont le pouvoir émissif serait égal à l'unité, peut, d'après mes expériences, être représentée par la formule [1]

$$I = 10^{6,7}.T^{\frac{3210}{T}}.$$

(1) Les nombres que j'avais donnés dans ma Communication antérieure avaient été obtenus par interpolation graphique. Il est préférable d'employer la formule, ce qui conduit à modifier un peu les intensités données pour les températures 600° et 700°.

» Le Tableau suivant donne les résultats de mes mesures :

Intensités observées.	Températures mesurées.	Températures calculées.	Différences.
0,00038	680	671	+ 9
0,00074	700	702	− 2
0,002	760	755	+ 5
0,0056	810	814	− 4
0,0054	820	817	+ 3
0,01	860	853	+ 7
0,034	940	939	+ 1
0,06	980	982	− 2
0,105	1020	1026	− 6
0,19	1080	1078	+ 2
0,67	1220	1205	+15
1,18	1270	1265	+ 5
6,4	1495	1490	+ 5
1,49	1775	1757	+18

La courbe ci-après donne, dans sa partie pleine, la reproduction des résultats expérimentaux et dans la partie ponctuée l'extrapolation nécessaire pour atteindre la température du Soleil.

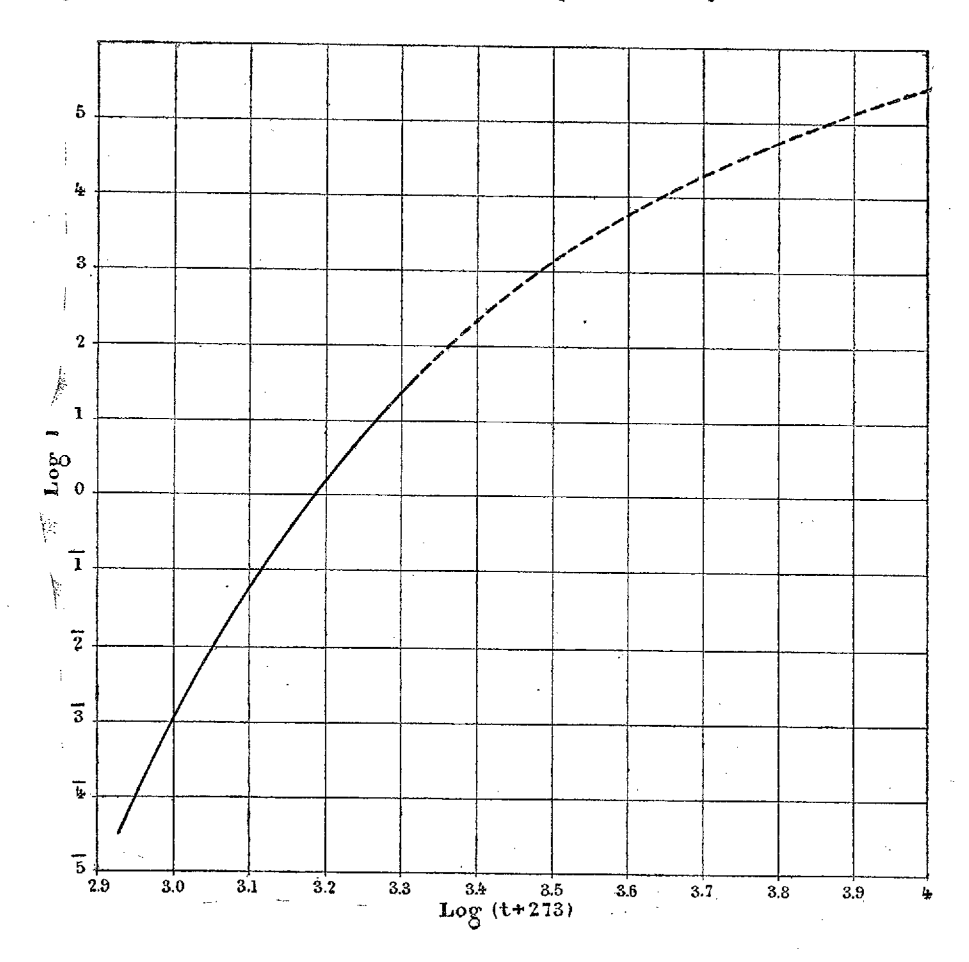
» La mesure de l'intensité des radiations solaires a été faite avec le photomètre que j'avais employé dans mes recherches pyrométriques précédentes. Trois séries concordantes m'ont donné 125000 pour l'intensité des radiations rouges arrivant du Soleil sur la Terre en dehors de l'atmosphère. Je reproduis la plus complète de ces séries :

Observation du 19 *mars* 1892.

Heure.	Hauteur du Soleil.	Intensités.
2h	35°	83000
3	38.30	73000
3,30	25	66000
4,12	18	56000
4,30	15	42000
4,40	14	35000
5	10.30	31000
5,15	8.15	22000
5,25	7	15000

» L'intensité de 125000 qui résulte de ces nombres conduit à une tem-

pérature *effective* de 7600°. J'appelle, comme l'a proposé M. Violle, température effective du Soleil, celle que devrait avoir un corps de pouvoir émissif égal à l'unité pour nous envoyer des radiations de même intensité que le Soleil. La température réelle de la photosphère est plus élevée, car une partie de ses radiations sont arrêtées par l'atmosphère solaire moins



chaude, et peut-être aussi, bien que cela semble peu probable, parce que le pouvoir émissif du Soleil serait inférieur à l'unité.

» L'incertitude que comporte cette température de 7600° du fait des erreurs qui peuvent entacher la loi du rayonnement ne me semble pas pouvoir dépasser un millier de degrés. »

ÉLECTRICITÉ. — *Application de la théorie des lignes de force à la démonstration d'un théorème d'électrostatique*. Note de M. L. DE LA RIVE.

« *Si dans le champ d'un système de conducteurs électrisés on leur substitue une ou plusieurs surfaces de niveau entourant respectivement les masses agissantes, avec une densité superficielle égale à* $-\frac{1}{4\pi}\frac{d\varphi}{dn}$, *le champ en dehors de ces surfaces reste le même, et le potentiel à l'intérieur est constant et égal à la valeur qu'il prend dans le champ sur ces surfaces mêmes.*

» Ce théorème important est démontré dans les *Leçons sur la théorie mathématique de l'électricité,* de M. Bertrand [1], comme une conséquence des propriétés générales du potentiel et du théorème de Green. Deux démonstrations analytiques directes ont été données, l'une par Chasles [2], l'autre par Sir W. Thomson [3].

» Dans la première, on donne aux surfaces de niveau infiniment voisines une densité $k\frac{d\varphi}{dn}$, où k est une constante, puis, en tenant compte de la constance du produit $ds\frac{d\varphi}{dn}$ pour des éléments correspondants, on démontre par une intégration relative à la surface de niveau que le potentiel en un point extérieur, dû à chaque couche, est proportionnel à la masse totale de la couche.

» Pour un point intérieur, le rapport du potentiel à la masse de la couche est constant. On en conclut que, pour un point extérieur, les surfaces de niveau des masses agissantes sont aussi celles des couches, et que, pour un point intérieur, le potentiel est constant.

» Dans la seconde, on intègre par parties deux fois successivement, relativement aux coordonnées rectangulaires, la différentielle $\frac{1}{r}\Delta\varphi\, dx\, dy\, dz$, r étant la distance de l'élément de volume à un point P et φ le potentiel du champ. L'intégration est étendue au volume compris entre la surface de niveau S et une surface de niveau S′ infiniment éloignée, et, l'intégrale

---

(1) J. BERTRAND, *Leçons sur la théorie mathématique de l'Électricité,* n° 31, p. 42-44.

(2) *Connaissance des Temps pour* 1845 (1842).

(3) *Cambridge math. J.,* 1842-1843.

étant nulle, puisque ce volume ne contient pas de masse agissante, on obtient une équation entre des intégrales de surface relatives à S et S′, et le potentiel du champ en P multiplié par une intégrale angulaire. Suivant que le point est extérieur ou intérieur, le potentiel est celui d'une couche de densité $-\frac{1}{4\pi}\frac{d\varphi}{dn}$ sur S, ou bien est constant.

» La démonstration suivante est une forme différente donnée à celle de Sir W. Thomson, en rapportant le champ à la ligne de force, ce qui simplifie l'intégration.

» Soit φ le potentiel en un point quelconque d'un champ dû à un certain nombre de conducteurs électrisés C, et S une surface de niveau entourant les masses agissantes. Considérons les tubes de force du champ définis chacun par une ligne de force axiale n allant de la surface d'un conducteur à celle d'un autre conducteur ou à la surface S. Pour les premiers, laissons le sens positif de n indéterminé et pour les seconds faisons croître n de la surface du conducteur vers S et au delà vers S′, surface de niveau infiniment éloignée.

» Soit en premier lieu P un point extérieur à S. Prenons l'intégrale

$$\int \frac{1}{r}\frac{d\left(\frac{d\varphi}{dn}\,dS\right)}{dn}\,dn,$$

où r est la distance du centre de la section dS du tube de force au point P, pour tous les tubes compris entre C et S. Cette intégrale est nulle puisque le flux est constant dans tout ce volume et l'on trouve, pour un tube quelconque, en intégrant par parties,

$$0 = \frac{1}{r_2}\frac{d\varphi}{dn}\,dS_2 - \frac{1}{r_1}\frac{d\varphi}{dn}\,dS_1 - \int \frac{d\varphi}{r^2}\,dS\cos i,$$

expression dans laquelle $\cos i$ est le cosinus de l'angle du rayon vecteur dirigé de dS vers P avec la normale à l'élément dS. Si cet angle est plus petit que $\frac{\pi}{2}$, il faut intégrer en se rapprochant de P et $\frac{dS\cos i}{r^2}$ est égal à $d\omega$, angle solide élémentaire sous-tendu par dS; changeons le signe de la différentielle et convenons d'intégrer en s'éloignant de P. Si l'angle est plus grand que $\frac{\pi}{2}$, il faut intégrer en s'éloignant de P et, d'autre part, $\frac{dS\cos i}{r^2}$ est égal à $-d\omega$. On a donc, dans les deux cas, $-d\varphi\,d\omega$ sous le signe somme.

» Effectuant l'intégration pour tous les tubes, une partie des termes dS_2

donne l'intégrale de surface relative à S dans laquelle dn est dirigé vers l'extérieur. Le reste des termes dS_2 et la somme de tous les termes dS_1 donne cette même intégrale relative aux surfaces des conducteurs, avec le signe —, en tenant compte de la règle que le sens de la normale est extérieur. On a donc

$$-\int_S \frac{1}{r}\frac{d\varphi}{dn}dS = -\int \frac{1}{r}\frac{d\varphi}{dn}dS + \int d\varphi\, d\omega.$$

L'intégrale par rapport à φ, pour un angle solide élémentaire $d\omega$, est nulle, puisqu'aux points où le rayon vecteur coupe S, φ reprend la même valeur. On a donc, en divisant par 4π,

$$-\frac{1}{4\pi}\int_S \frac{1}{r}\frac{d\varphi}{dn}dS = \varphi_P.$$

» Soit, en second lieu, P un point intérieur à S et intégrons pour les tubes compris entre S et la surface S' infiniment éloignée. L'intégrale relative à S' est nulle, et l'on a

$$0 = -\int_S \frac{1}{r}\frac{d\varphi}{dn}dS + \int d\varphi\, d\omega.$$

» L'intégrale par rapport à φ pour un angle élémentaire $d\omega$ donne $-d\omega\,\varphi_S$, φ_S étant la valeur de φ dans le champ sur S, d'où, pour la sphère angulaire totale $-4\pi\varphi_S$, et, par conséquent,

$$-\frac{1}{4\pi}\int_S \frac{1}{r}\frac{d\varphi}{dn}dS = \varphi_S.$$

On étend facilement le théorème au cas de deux ou plusieurs surfaces de niveau entourant respectivement un certain nombre des conducteurs. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes électro-capillaires.* Note de M. A. **Berget**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note précédente (1), j'ai indiqué une série d'expériences que j'ai entreprises en vue de vérifier si la loi, énoncée autrefois par M. Lippmann, et disant que la fonction qui relie la force électromotrice à la tension superficielle est indépendante de la nature de l'électrolyte, était générale.

(1) *Comptes rendus*, 7 mars 1892.

» Trois dispositifs différents m'ont démontré cette généralité.

» Une Note récente de M. Gouy [1] m'engage à présenter quelques observations complémentaires au sujet de ces mesures.

» 1. M. Gouy emploie, comme égalisateur de potentiels, une mèche de coton. Or ce procédé comporte des causes d'erreur systématique, dont il est facile de s'assurer en employant les mêmes électrolytes, mis aux mêmes potentiels par une mèche de coton qui, neuve, n'a aucune action et introduit une action propre au bout de quelques instants.

» 2. L'expérience faite sur les larges gouttes me semble avoir une importance assez considérable, car des conséquences relatives aux tensions superficielles ne sauraient mieux se vérifier qu'à l'aide de la méthode même servant à mesurer ces tensions. J'ai, d'ailleurs, opéré sur du mercure parfaitement pur.

» Cette méthode des larges gouttes a, ici, une importance capitale, parce qu'*elle est indépendante de l'angle de raccordement*, tandis que, dans un tube capillaire, avec des électrolytes qui, comme les liquides L_1 et L_2 de M. Gouy, mouillent très mal le verre, on n'est pas à l'abri de la cause d'erreur grave provenant de l'inconstance de cet angle.

» 3. Enfin, la précaution qu'indique M. Gouy, à la fin de sa Note, de recouvrir d'oxyde de mercure le large mercure de son électromètre capillaire, me semble plus dangereuse qu'utile au point de vue de l'altération du petit ménisque et du mouillage parfait du tube par le liquide contenant des traces de mercure.

» L'expérience que j'ai faite avec l'électromètre capillaire n'a, d'ailleurs, pas été *unique;* c'est le résultat qui a été unique, dans tous les cas, après avoir chaque fois, comme le recommande M. Gouy lui-même dans sa Note, pris la précaution de vérifier la constance du mercure large en reprenant un même point de la courbe.

» Pour clore cette discussion, je dirai que M. Gouy lui-même a vérifié pour un grand nombre de corps la loi de M. Lippmann. Mes mesures font simplement rentrer dans cette loi générale, confirmée par beaucoup de ses propres expériences, l'un des corps qu'il signale comme exception. »

---

[1] *Comptes rendus*, 21 mars 1892.

CHIMIE. — *Sur la lampe sans flamme obtenue avec le gaz d'éclairage.* Note de M. F. **Parmentier.**

« H. Debray (*Dict. de Wurtz*, t. II, p. 1038), signale qu'avec H. Sainte-Claire Deville il a réalisé l'expérience de la lampe sans flamme de Davy, avec du platine fondu, en plaçant un creuset de platine fondu au-dessus d'un brûleur de Bunsen que l'on éteint quand le creuset est bien chaud; si l'on rend le mélange d'air et de gaz quand le creuset cesse d'être rouge, on le voit bientôt s'échauffer et redevenir incandescent. *Il arrive parfois*, dit-il, *que le mélange gazeux se rallume*.

» En répétant cette belle expérience, nous avons constaté que le fait de l'inflammation du mélange gazeux et froid obtenu avec un brûleur Bunsen ou avec un brûleur Berthelot au moyen du platine chauffé, puis refroidi au-dessous du rouge sombre, paraît à première vue des plus capricieux. Nous avons étudié les conditions dans lesquelles il faut se placer pour réussir cette expérience à coup sûr.

» Si l'on prend un fil de platine fin et tendu, que ce fil ait été obtenu avec du platine comprimé ou avec du platine fondu, on constate que, si, après l'avoir rendu incandescent avec un brûleur à gaz brûlant sans flamme éclairante, on éteint brusquement le bec, et qu'on ne rende le gaz que quand le fil est arrivé au-dessous du rouge sombre, le platine revient très rapidement au rouge sombre, puis au rouge vif. Quand le fil a été placé environ à la moitié de la hauteur et en dehors de la zone où se forme le cône bleu quand le bec est allumé, le jet gazeux se rallume toujours et brusquement.

» Quand on emploie des fils de plus en plus gros, l'incandescence du platine et l'inflammation du mélange gazeux se produisent de plus en plus difficilement. Avec des fils un peu gros, la température obtenue ne dépasse pas celle du rouge sombre et le brûleur ne se rallume plus.

» Si, au lieu de tendre ces fils, on les enroule en spirales serrées, on obtient de nouveau une vive incandescence du platine et l'inflammation du mélange gazeux.

» Si un fil a été dépoli par un long usage, ou, ce qui revient au même, s'il a été calciné un certain nombre de fois après avoir été recouvert de noir de fumée, le phénomène d'incandescence est plus difficile à obtenir.

» Quand on répète cette expérience avec de la toile métallique faite avec des fils de platine fins, comme celle que l'on emploie dans les appa-

reils à distillation fractionnée, la toile métallique rougit rapidement, suivant un anneau concentrique à l'axe du brûleur; puis le mélange gazeux s'enflamme au-dessus de la toile métallique. Au bout d'un moment, le brûleur se rallume. Le phénomène est inverse de celui qu'on observe quand on coupe la flamme d'un brûleur à gaz avec une toile métallique.

» La mousse de platine redevient rouge dans les conditions énoncées, mais elle n'arrive pas au rouge vif, et nous n'avons pas obtenu avec elle l'inflammation du mélange gazeux. Cette mousse, tassée en feuillets dans un mortier d'Abich, devient plus rouge que la mousse spongieuse, mais ne rallume pas le brûleur.

» Quand on se sert de creusets de platine, tels que ceux qu'on emploie en analyse, que ces creusets aient été obtenus avec du platine comprimé ou avec du platine fondu, nous avons toujours obtenu, avec des creusets bien brillants, l'inflammation brusque du mélange gazeux. Ce sont les creusets les plus petits qui nous ont donné les meilleurs résultats. Quand le volume et par conséquent la surface augmente, l'éclat obtenu diminue et le gaz se rallume plus difficilement. Avec des creusets dépassant, comme volume intérieur, 50^{cc}, nous n'avons pas pu obtenir l'inflammation des brûleurs, même en employant des brûleurs de fortes dimensions. Des creusets ternis par un long usage ou dépolis par la combustion du noir de fumée déposé à leur surface n'ont donné qu'un faible éclairement de leur base et n'ont pas permis d'obtenir l'inflammation du mélange gazeux. Un fort brunissage rend à ces creusets la propriété de redevenir bien incandescents. Un creuset fermé par un couvercle de platine donne de moins bons résultats qu'un creuset ouvert.

» Des objets en platine à large surface par rapport à leur masse, tels que des lames de platine, des couvercles de creuset, des capsules plates, etc., n'ont jamais donné que de faibles éclairements.

» Il nous semble que pour expliquer tous ces résultats on peut admettre que le platine métallique, à tous ses états, jouit de la propriété de produire la combustion plus ou moins complète d'un mélange de gaz d'éclairage et d'air après qu'il a été chauffé vers le rouge sombre. Si la température à laquelle les différents échantillons peuvent arriver par suite de cette combustion n'est pas la même pour tous, c'est qu'ils se refroidissent différemment, soit par conductibilité, soit par rayonnement, soit par leur contact avec l'air ambiant.

» Les fils de platine fins perdent lentement de la chaleur par conductibilité et par leur contact avec l'air, ce qui n'a pas lieu pour des fils gros ou

dépolis. Ces fils, enroulés en spirale, agissent par une plus grande masse et peuvent donc devenir très chauds, la perte relative de chaleur par conductibilité étant moindre.

» Les creusets de platine brillants et profonds perdent peu de chaleur par émission et par leur contact avec l'air, la convection de l'air dans ces creusets étant très faible. Si l'on couvre ces creusets ou si on les met en contact d'un corps bon conducteur, les causes de refroidissement augmentent. Il en est de même pour les objets un peu plus grands ou à large surface. Les corps dépolis, la mousse de platine ont un pouvoir émissif considérable.

» Dans ces expériences, on constate quelquefois un fait curieux. Quand, avec un objet en platine, on a reproduit un certain nombre de fois et sûrement l'inflammation du mélange gazeux, il semble que le phénomène ne veut plus se reproduire. Le platine devient très brillant, mais l'inflammation du mélange gazeux ne se fait plus. Ceci se produit surtout dans une salle dont l'atmosphère est très calme et d'autant plus calme que l'opérateur est plus immobile. Il suffit alors de se déplacer, de faire un mouvement brusque, il suffit encore qu'une porte soit rapidement ouverte pour que le brûleur se rallume subitement. De même, qu'on souffle légèrement sur le courant gazeux, qu'on mette rapidement un doigt sur le brûleur ou qu'on pince très vite le caoutchouc qui amène le gaz, et l'on voit le courant gazeux se rallumer. Il se produit ici le même fait que celui qu'on observe quand on enflamme un jet gazeux (gaz d'éclairage, vapeurs d'alcool, de benzine, etc.) à quelque distance de son orifice d'écoulement. Il suffit de diminuer la vitesse du gaz ou de rompre brusquement le courant gazeux pour que la combustion, qui n'avait lieu qu'à une certaine distance de l'orifice d'écoulement, se produise à cet orifice. »

CHIMIE. — *Action du fluorure de potassium sur les chlorures anhydres. — Préparation des fluorures anhydres de nickel et de potassium, de cobalt et de potassium.* Note de M. **C. Poulenc**, présentée par M. Henri Moissan.

« M. Güntz, dans ses recherches thermiques sur les combinaisons du fluor avec les métaux [1], a montré, entre autres résultats, que dans l'action

[1] Guntz, *Recherches thermiques sur les combinaisons du fluor avec les métaux* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III, p. 5).

de l'acide fluorhydrique sur le chlorure de potassium, le maximum thermique correspond toujours à la formation d'un fluorhydrate de fluorure de formule KF, HF.

» Nous basant sur ce fait, nous avons pensé que l'on pourrait peut-être appliquer ce résultat à l'action d'un fluorure sur un chlorure et obtenir ainsi les fluorures doubles anhydres KF, M'F, formule identique à celle du fluorhydrate de fluorure dans lequel H a été remplacé par un métal quelconque M'.

» L'expérience a pleinement réalisé nos espérances et nous a donné un grand nombre de fluorures doubles anhydres, très bien cristallisés.

» Nous ne décrirons aujourd'hui que ceux de nickel et de potassium, de cobalt et de potassium ([1]).

» *Fluorure de nickel et de potassium :* $NiF^2 + KF$. — Nous avons fait réagir le chlorure de nickel sur le fluorhydrate de fluorure de potassium qui ne tarde pas à se décomposer en laissant du fluorure alcalin au milieu d'une atmosphère d'acide fluorhydrique.

» Le creuset de platine, dans lequel s'effectue la réaction, est placé dans une enceinte métallique fermée, qui ne communique avec l'extérieur que par un long tube de petit diamètre servant au dégagement des vapeurs d'acide fluorhydrique qui se rendent dans un flacon de gutta rempli de fragments de chaux vive.

» L'opération doit être conduite avec beaucoup de soin; car, par suite de la décomposition du fluorhydrate de fluorure, la masse se boursoufle considérablement et peut quelquefois être projetée, en partie, en dehors du creuset de platine. La température de 220°, température de dissociation du fluorhydrate, est maintenue pendant une heure environ, puis on amène la masse en fusion. (La température prise à la pince thermo-électrique de M. Le Chatelier est de 750°. Cette température peut être obtenue commodément au moyen d'un fort bec Bunsen.)

» La fusion tranquille ayant été maintenue pendant une dizaine de minutes, on laisse refroidir la masse très lentement.

» On obtient dans ces conditions de très belles lames vertes, qui peuvent atteindre jusqu'à 1^{cm} de côté et que l'on sépare par lavages à l'eau du chlorure de potassium dans lequel elles ont cristallisé.

» *Propriétés.* — Le fluorure double de nickel et de potassium est légère-

---

([1]) Les fluorures doubles hydratés : $NiF^2 + KF + H^2O - COF^2 + KF + H^2O$ ont été obtenus dans ces dernières années par M. R. Wagner (*Berichte*, t. XIX, p. 896).

ment soluble dans l'eau, à peine soluble dans les alcools méthylique et éthylique et insoluble dans l'alcool amylique, la benzine et l'essence de térébenthine.

» Sa densité prise dans la benzine a été de 3,27. L'acide fluorhydrique le dissout à froid : il en est de même des acides chlorhydrique et azotique pour lesquels la solubilité cependant croît avec la température.

» L'acide sulfurique l'attaque très lentement à la température ordinaire et plus rapidement à chaud en le transformant en sulfate avec élimination d'acide fluorhydrique.

» L'ammoniaque, en contact du fluorure double de nickel et de potassium, se colore peu à peu en bleu violacé.

» Chauffé en présence de l'air, ce fluorure est décomposé en oxyde de nickel vert et bien cristallisé et en fluorure de potassium qui se volatilise. Il est réduit au rouge par l'hydrogène.

» La potasse et les carbonates alcalins en fusion le transforment en oxyde de nickel et fluorure de potassium. Le bisulfate de potasse donne, dans les mêmes conditions, du sulfate de nickel et du fluorure de potassium (¹).

» *Fluorure de cobalt et de potassium :* CoF^2, KF. — Sa préparation peut être calquée en tous points sur celle du fluorure double de nickel et de potassium. Toutefois, l'élimination du chlorure de potassium présente ici certaines difficultés; car, lorsque l'on cherche à débarrasser le fluorure double de ce dernier composé par des lavages à l'eau, on n'obtient que des cristaux opaques qui, même après être restés plusieurs jours dans le vide et sur l'anhydride phosphorique, contiennent encore de l'eau qu'ils ne perdent d'ailleurs que vers 250°. L'analyse de ces cristaux ne correspond à aucune formule définie.

» Nous avons eu alors recours à l'épuisement par l'alcool bouillant et fort (97°) qui, après avoir dissous à la longue le chlorure de potassium,

(¹) *Analyse :*

	Trouvé. Première expérience.	Trouvé. Deuxième expérience.	Trouvé. Troisième expérience.	Calculé pour NiF^2KF.
Ni pour 100....	27,42	27,19	26,93	27,70
K pour 100....	36,27	36,42	36,12	36,61
Fl (par diff.)...	36,31	36,39	36,91	35,69
				100,00

nous a laissé le fluorure double de cobalt et de potassium sous forme de lames cristallisées d'un beau rouge grenat.

» *Propriétés.* — Le fluorure de cobalt et de potassium ([1]) présente par rapport à l'eau, l'alcool méthylique et l'alcool éthylique, le même degré de solubilité que celui du nickel et de potassium, et, vis-à-vis de l'alcool amylique, la benzine et l'essence de térébenthine, la même insolubilité.

» Sa densité prise dans la benzine est de 3,22. Il est dissous par les acides fluorhydrique, chlorhydrique et azotique.

» L'acide sulfurique le décompose à chaud en le transformant en sulfates, l'acide fluorhydrique étant éliminé.

» L'ammoniaque, au contact de ce fluorure et à l'abri de l'air, se colore peu à peu en rouge.

» A haute température et en présence de l'air, il se transforme en oxyde de cobalt cristallisé avec volatilisation du fluorure de potassium.

» L'hydrogène le réduit à l'état métallique.

» La potasse et les carbonates alcalins fondus donnent de l'oxyde de nickel et du fluorure de potassium.

» Le bisulfate le transforme en sulfate de cobalt, sulfate de potasse et fluorure de potassium. Chauffé en présence des silicates alcalins, il les colore en bleu ([2]). »

CHIMIE. — *De la fixation de l'iode par l'amidon.* Note de M. G. Rouvier.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 18 janvier 1892), j'ai indiqué que l'iode en présence d'un excès d'amidon donne un composé différent de celui qui se forme en présence d'un excès d'iode. Je me suis proposé de déterminer la composition centésimale de ce composé,

([1]) *Analyse :*

	Trouvé.			Calculé pour CoF^2,KF.
	Première expérience.	Deuxième expérience.	Troisième expérience.	
Co pour 100....	27,33	27,81	27,12	27,70
K............	36,49	36,27	36,56	36,61
F (diff.).......	36,18	36,02	36,32	35,69
				100,00

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École de Pharmacie.

mais j'ai dû, au préalable, vérifier l'assertion de Mylius d'après laquelle l'amidon ne pourrait fixer l'iode qu'à la condition de prendre, pour 4 atomes d'iode, 1 molécule d'acide iodhydrique ou d'un iodure (*Berichte Gesellschaft*, t. XX, p. 694 et suivantes).

» Dans ce but, j'ai opéré comme il suit :

» Je fais dissoudre un poids connu d'iode dans de l'alcool fort aussi rapidement que possible; j'étends avec de l'eau et je titre immédiatement cette dissolution au moyen d'une dissolution d'hyposulfite de soude. Je détermine ainsi la proportion d'iode qui a pu disparaître en tant qu'iode libre. J'ai constaté par un grand nombre d'expériences que cette proportion n'atteint jamais 3 pour 100 de l'iode dissous. J'ajoute un volume convenable de cette dissolution à de l'empois d'amidon; je précipite l'iodure d'amidon formé par une dissolution concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque, et je filtre une portion du liquide surnageant. J'obtiens un liquide incolore ou légèrement coloré en bleu. Dans le dernier cas, je l'étends d'une quantité d'eau suffisante pour que la coloration bleue ne soit plus perceptible. A une portion de ce liquide j'ajoute quelques gouttes d'une solution concentrée d'iodure de potassium, puis de l'eau amidonnée; le liquide reste parfaitement incolore. A une autre portion, j'ajoute quelques gouttes de la solution alcoolique d'iode, et immédiatement il se produit une coloration bleue très intense.

» Il me paraît résulter de cette expérience que l'amidon peut fixer l'iode, sans prendre nécessairement pour 4 atomes d'iode 1 molécule d'acide iodhydrique ou d'un iodure. Il s'agit donc, dans la détermination de la composition centésimale des iodures d'amidon, de rechercher la quantité d'iode fixée qui, avant la combinaison, se trouvait à l'état libre. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du fluor.* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le fluor entre dans la composition d'un grand nombre de substances naturelles; mais on s'est le plus souvent borné à constater sa présence par des essais qualitatifs, à cause des difficultés que présente son dosage exact, surtout en présence de silicates.

» Plusieurs méthodes de dosage ont cependant été données par des analystes éminents, Berzélius, Henri Rose, Wœhler, Frésénius; mais, dans ces méthodes, l'exactitude ne s'obtient qu'au prix de complications très grandes ou de précautions très minutieuses.

» Le procédé que je présente aujourd'hui et que j'ai déjà appliqué à l'analyse d'un certain nombre de matières fluorées, attaquables par l'acide sulfurique concentré, a l'avantage d'être d'une exécution facile et de n'être pas entravé par la présence de carbonates ou de matières organiques; il peut servir à faire connaître non seulement la proportion du fluor, mais aussi celle du silicium avec une exactitude satisfaisante.

» Cette méthode est fondée, comme plusieurs des méthodes déjà connues, sur le dégagement du fluor à l'état de fluorure de silicium gazeux; ce qu'elle présente de nouveau, c'est le mode de détermination du composé volatil. Au lieu de le calculer par la différence de deux pesées (Wœhler, Frésénius) ou d'après le poids du fluorure de calcium obtenu après une pénible séparation de la silice (Berzélius, H. Rose et récemment M. Henri Lasne), je reçois le fluorure de silicium dans une solution assez concentrée de fluorure de potassium pur, avec lequel il forme un précipité de fluosilicate de potassium, dont le poids permet de calculer le fluor et, s'il y a lieu, le silicium.

» La réaction est simplement exprimée par cette formule

$$SiFl^2 + KFl = KFl.SiFl^2,$$

ou

$$SiFl^4 + 2KFl = K^2SiFl^6.$$

» Je vais indiquer brièvement la disposition de l'appareil et la marche de l'opération.

» Le mélange de fluorure et de silicate est attaqué par l'acide sulfurique concentré dans une petite fiole de 150^{cc} de capacité, au fond de laquelle un tube précédé de flacons à acide sulfurique amène un courant lent d'air ou d'acide carbonique parfaitement desséché. Le courant gazeux est ensuite conduit, par un tube coudé, au fond d'un flacon, où l'on a versé un peu de mercure et, par dessus, 20^{cc} d'une solution au dixième de fluorure de potassium pur. Au delà est un aspirateur disposé de manière à régler le courant.

» L'extrémité du tube, qui pénètre dans le flacon, doit être effilée et recourbée, et s'ouvrir à 2^{mm} ou 3^{mm} au-dessous de la surface du mercure, de manière à n'être pas mouillée par la solution aqueuse.

» La fiole et le tube doivent avoir été parfaitement desséchés, soit dans une étuve, soit, une fois en place, par l'action du courant de gaz sec combinée avec celle de la chaleur, afin d'éviter toute décomposition du fluorure de silicium par l'humidité. Le tube coudé porte une ampoule vide, destinée à retenir les traces d'acide sulfurique qui pourraient être entraînées par le courant de gaz. Il faut y ajouter un tube à ponce imprégnée de sulfate de cuivre déshydraté, pour arrêter les vapeurs d'acide chlorhydrique, lorsque la matière fluorée contient aussi des chlorures (apatite, etc.); car

ces vapeurs réagissant sur le fluorure de potassium mettraient en liberté de l'acide fluorhydrique, qui attaquerait les parois du flacon et la surface du mercure.

» Il convient de soumettre à l'essai une quantité de matière telle que la quantité de fluor ne dépasse pas $0^{gr},100$ environ; on prendra donc $0^{gr},200$ des fluorures riches (fluorine, cryolite, etc.) et jusqu'à 2^{gr} et même davantage des matières pauvres en fluor (phosphates naturels, ossements, etc.).

» On fait, dans le mortier d'agate, un mélange intime de la matière avec du quartz calciné en poudre très fine, en proportion telle qu'il y ait au moins 10 parties de silice pour 1 partie de fluor. La quantité de silice doit être encore plus grande, si la matière à essayer renferme moins de 5 à 6 pour 100 de fluor.

» L'appareil ayant été monté, essayé au moyen de l'aspirateur et bien desséché, on arrête le courant de gaz pendant quelques instants, on introduit dans la fiole le mélange à attaquer et l'on verse 40^{cc} d'acide sulfurique pur et concentré; puis on rétablit le courant et l'on chauffe la fiole sur une plaque de fer, sous laquelle on allume un brûleur à gaz; à la même distance du brûleur, on met une autre fiole semblable, contenant aussi 40^{cc} d'acide sulfurique et portant un thermomètre qui indique d'une façon assez approchée la température à laquelle se fait l'attaque (Frésénius); on règle le brûleur de manière à atteindre lentement une température voisine de 160°, sans jamais la dépasser.

» On agite de temps en temps la petite fiole pour faire dégager les bulles gazeuses qui se forment dans le liquide et sur les parois; elles cessent ordinairement de se produire après une heure et demie ou deux heures et l'on peut, bientôt après, considérer l'attaque comme terminée.

» Le fluorure de potassium renferme alors un précipité gélatineux et peu visible de fluosilicate qui ne tarderait pas à se déposer si on laissait le liquide en repos; mais, sans attendre, on détache les tubes qui aboutissent au flacon, on décante la solution aqueuse, on lave le mercure et le flacon avec un peu d'eau à plusieurs reprises et on réunit les liquides, dont le volume total ne doit pas excéder 100^{cc}; on y ajoute un égal volume d'alcool à $\frac{90}{100}$, on mélange et on laisse déposer.

» Lorsque le précipité est bien rassemblé, après avoir décanté la liqueur surnageante et remplacé par de l'alcool étendu, on reçoit le dépôt sur un filtre taré, où l'on achève le lavage avec de l'alcool étendu de son volume d'eau en se servant de la trompe, jusqu'à ce que le liquide ne donne plus aucun trouble avec le chlorure de baryum. On sèche à 100° jusqu'à constance de poids et on calcule le fluor du fluorure de silicium.

» Pour 1 de $KFl, SiFl^2$, on a $Fl^2 = 0,34511$.

» Pour l'exactitude du dosage, il importe que les réactifs employés ne renferment pas de fluor. L'acide sulfurique en est certainement exempt, lorsqu'il a été chauffé près du point d'ébullition; il en est de même du quartz calciné; d'ailleurs, l'un et l'autre peuvent être essayés, une fois pour toutes, dans une expérience à blanc. Le fluorure de potassium, de son côté, doit être exempt de fluosilicate; il est nécessaire de s'en assurer en dissolvant 2^{gr} du sel dans 100^{cc} d'eau et ajoutant un égal volume d'al-

cool à 90°; on constate s'il ne se produit aucun dépôt, même après vingt-quatre heures de repos.

» Dans l'analyse d'un silicate fluoré, on peut faire servir la même opération au dosage du fluor et à celui du silicium, pourvu qu'il ne se produise pas une attaque sensible des parois de la fiole; on obtient ce résultat, soit lorsqu'on opère sur un silicate pauvre en fluor, soit en mélangeant très intimement, par trituration au mortier d'agate, la matière fluorée avec un grand excès de quartz finement porphyrisé et de silice pure calcinée que l'on calcine et dont on prend exactement le poids. Le silicium se calcule alors en deux portions.

» Une petite partie se trouve avec le fluor dans le précipité de fluosilicate de potassium.

» Pour 1 de KFl, $SiFl^2$, on a Si = 0,12714; SiO^2 = 0,28154.

» L'autre partie se trouve à l'état de silice dans le résidu de l'attaque par l'acide sulfurique et peut être séparée et dosée par les procédés ordinaires. Du poids trouvé, il faudra naturellement déduire le poids de silice ajouté. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aldéhydes et acétones bromées résultant de l'action du brome sur les alcools de la série grasse.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. Henri Moissan.

« En Chimie organique, certaines réactions d'ensemble dans les séries fondamentales sont fort mal connues; c'est ainsi que l'action du brome sur les alcools de la série grasse a été à peine étudiée. On sait que l'alcool vinique se transforme en bromal $COH-CBr^3$ et bromure d'éthyle par l'action du brome; il paraît implicitement admis, par analogie, que les alcools homologues se comportent de même, ce qui est loin d'être exact.

» *Alcools propyliques.* — L'alcool propylique normal, d'après les auteurs, donne, par bromuration, du propylbromal. Il ne m'a pas été possible, malgré divers essais, de vérifier l'exactitude de cette assertion.

» Quand à une molécule d'alcool propylique on ajoute une molécule de brome Br^2 en versant lentement, il se prodnit d'abord un vif dégagement de chaleur; malgré cela, il est nécessaire de terminer la réaction au réfrigérant ascendant.

» Au cours de cette opération, le métalloïde transforme par oxydation et substitution l'alcool en aldéhyde propionique bibromée et une partie

de l'acide bromhydrique libéré sert à éthérifier de notables quantités d'alcool propylique. La réaction terminée, on sépare la bibromaldéhyde par distillation à la pression normale.

» L'aldéhyde propionique bibromée ([1]) est un liquide incolore, irritant violemment les yeux et bouillant à 137° sans altération. Densité 1,899 à 15°. Elle se combine au bisulfite de sodium pour donner des écailles nacrées $C^3H^4Br^2OSO^3NaH$. Avec l'eau, à froid, il se forme de beaux prismes d'un hydrate cristallisé fort soluble, $C^3H^4Br^2O, 2H^2O$ fusible à 42° (C = 14,1; H = 3,7). Des produits de cette préparation, on peut isoler une huile neutre présentant les caractères d'un bromopropionate de propyle. D'après la théorie, il n'existe que trois bibromaldéhydes propioniques dont une seule est connue : le bibromure d'acroléine

$$CH^2\text{-}Br - CHBr - COH.$$

La nouvelle aldéhyde que je viens de décrire diffère, par sa grande stabilité, du bibromure précité, elle ne peut donc avoir que l'une des formules $CHBr^2 - CH^2 - COH$ ou $CH^3 - CBr^2 - COH$, la seconde restant la plus probable parce que l'aldéhyde distille sans perdre d'acide bromhydrique.

» L'alcool isopropylique, placé dans les conditions ci-dessus mentionnées, s'attaque très rapidement par le brome, il se forme beaucoup de bromure d'isopropyle passant à 61° et de l'acétylbromoforme

$$CH^3 - CO - CBr^3.$$

La formule de cette nouvelle bibromacétone est justifiée par l'analyse (C = 11,8; H = 1,3; Br = 83,0), par la formation de phénylcarbylamine en présence d'aniline et par l'action de l'ammoniaque, qui donne du bromoforme conformément à une réaction indiquée par M. Ch. Cloëz pour les dérivés acétoniques trisubstitués. L'acétylbromoforme bout à 255° en se décomposant, il ne s'unit que difficilement aux bisulfites.

» *Alcools butyliques*. — L'alcool butylique normal est très difficilement attaqué par le brome, même à chaud; il se forme dans cette réaction de l'aldéhyde butylique monobromée bouillant à 235°.

» L'alcool isobutylique réagit beaucoup plus facilement sur le brome, il se forme du bromure d'isobutyle, de l'isobutyrate d'isobutyle et de l'aldéhyde bromo-isobutyrique C^4H^7BrO bouillant à 197° avec un commencement de décomposition. Analyse : C = 31,5, H = 4,5, Br = 52,8.

([1]) Analyse : C = 14,8, H = 1,7, Br = 75,7-75,9.

» Le triméthylcarbinol donne lieu à une sorte d'explosion en présence du brome; il se sépare de l'eau en même temps qu'il se forme un bibromure alcoolique bouillant à 148°, dont la formule est $C^4H^8Br^2$. C'est le bromure d'isobutylène $(CH^3)^2=CBr-CH^2Br$.

» *Alcools amyliques*. — L'alcool amylique de fermentation formé en grande partie d'alcool isopropyléthylique $(CH^3)^2-CH-CH^2-CH^2OH$ réagit aisément sur le brome au réfrigérant ascendant. Outre le bromure d'amyle, il se forme dans cette réaction un mélange de bromo et de bibromovaléral possible à séparer par distillation fractionnée sous pression réduite.

» Le bromo-valéral obtenu bout à 125° sous une pression de $0^m,080$; son analyse donne $C=35,9$, $H=5,4$, $Br=49,0$. Le dérivé qui précède est accompagné d'un second produit passant entre 155° et 160° sous une pression de $0^m,080$. Cette substance est, d'après sa teneur en brome, une aldéhyde bibromovalerianique. A la longue elle s'oxyde à l'air et dépose des cristaux solubles dans les alcalis et formés d'acide bibromovalérianique fusible à 81°.

» L'hydrate d'amylène $(CH^3)^2C(OH)-CH^2-CH^3$ perd de l'eau en présence du brome et donne le bibromure d'amylène bouillant à 172° dont la formule est

$$(CH^3)^2=CBr-CHBr-CH^3,$$

en même temps qu'un bibromure passant à 230°.

» Le brome en milieu alcalin agissant sur les alcools isobutylique et amylique ne donne pas de dérivés aldéhydiques. Il se forme d'une façon assez inattendue du *tétrabromure de carbone* en même temps que des butyrates ou des valérianates alcalins. Pour effectuer la réaction on mélange l'alcool avec vingt fois son volume de soude diluée et l'on y verse, tant qu'il y a décoloration, de l'hypobromite de sodium préparé récemment avec de la soude étendue et glacée. On sépare par simple filtration du bromure de carbone pur fusible à 91°, bouillant à 190°.

» En résumé, l'action du brome sur les alcools de la série grasse permet d'obtenir en abondance des aldéhydes et des acétones bromées dont la préparation n'avait pu être réalisée jusqu'à ce jour, malgré l'intérêt que ces substances présentent comme matériaux de synthèse organique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propylamines et quelques-uns de leurs dérivés.* Note de M. F. Chancel, présentée par M. Friedel.

« Voulant étudier certains dérivés des propylamines, j'ai dû préparer une assez grande quantité de ces bases; et me fondant sur les travaux de M. Vincent (¹) et de M. Malbot (²), j'ai employé le procédé suivant.

» Le chlorure de propyle a été traité par de l'ammoniaque aqueuse en proportion sensiblement équimoléculaire, avec un léger excès; l'ensemble a été additionné d'alcool en quantité suffisante pour tout dissoudre. La réaction se fait complètement en matras scellé, en chauffant pendant une dizaine d'heures à 100°-110°. Le produit de la réaction traité par la soude donne les trois bases libres, que l'on sèche et que l'on rectifie. Quand les bases sont bien sèches, par une série de rectifications successives, on arrive à séparer les bases assez exactement, et à n'avoir qu'une faible quantité de portions intermédiaires.

» Pour avoir la monopropylamine pure, on peut employer l'action de l'éther oxalique qui donne la dipropyloxamide; mais on peut également passer par l'oxalate acide de monopropylamine qui cristallise en aiguilles.

» Il renferme $\frac{1}{2}$ molécule d'eau de cristallisation; à 18° 100 parties d'eau dissolvent 14,8 parties de sel: il est peu soluble dans l'alcool.

» L'oxalate acide de dipropylamine qui cristallise anhydre en grandes aiguilles plates est également un très bon moyen d'avoir la dipropylamine pure; à 19° 100 parties d'eau dissolvent 5 parties de sel: il est encore moins soluble dans l'alcool que le précédent. J'ai préparé au moyen de ce sel de la dipropylamine pure qui, desséchée d'abord sur la potasse et ensuite sur le sodium, a distillé entièrement de 109°,9 à 110° sous la pression de $764^{mm},7$.

» *Acide propyloxamique.* — Lorsqu'on verse de l'éther oxalique dans un mélange à peu près à volumes égaux de monopropylamine et d'eau, on a immédiatement un précipité de dipropyloxamide, mais ce corps n'est pas le seul produit de la réaction, même quand on a soin de ne faire agir l'éther oxalique que par petites portions et en refroidissant, il se fait tou-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 208.

(²) *Ann. de Chimie et de Phys.*, t. XIII, 6ᵉ série, p. 480.

jours en notable proportion du propyloxamate et de l'oxalate de monopropylamine. M. Berg [1] a déjà constaté le même fait dans l'action de l'éther oxalique sur la monoamylamine et sur la butylamine normale. Si, dans les eaux mères qui ont abandonné la dipropyloxamide, on verse à chaud du chlorure de calcium, on a un précipité d'oxalate de chaux; on filtre à chaud, et par refroidissement on a une cristallisation de propyloxamate de calcium. Pour avoir l'acide propyloxamique libre, il suffit de traiter ce sel par l'acide chlorhydrique et d'épuiser à plusieurs reprises par l'éther. Par évaporation de ce dernier, l'acide propyloxamique cristallise en longues aiguilles blanches ressemblant à de l'amiante; il fond à 109°-110° et se sublime aux environs de la même température; il est très soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.

» Le propyloxamate de calcium se présente sous deux états différents d'hydratation; il cristallise soit avec 2 molécules, soit avec 3 molécules d'eau. La variété avec 2 molécules d'eau est seule stable; on l'obtient en laissant refroidir lentement une solution moyennement concentrée; on a ainsi de petits prismes brillants. Si l'on refroidit brusquement une solution concentrée de propyloxamate de calcium, on a une masse pâteuse formée de filaments longs et d'une ténuité extrême. Ces cristaux perdent facilement 1 molécule d'eau, même au sein du liquide où ils ont pris naissance, et se transforment en la variété précédente. Le propyloxamate de calcium, assez soluble dans l'eau chaude, est peu soluble dans l'eau froide; à 17°, 100 parties d'eau dissolvent 1,4 parties de sel.

» *Acide propylamido-acétique.* — J'ai préparé ce corps par l'action de la monopropylamine sur le bromacétate d'éthyle. On met les deux corps en matras, on chauffe pendant dix heures à 100°-110°. Le produit de la réaction est traité par la baryte; celle-ci est ensuite exactement précipitée par l'acide sulfurique; on traite par l'oxyde d'argent pour précipiter l'acide bromhydrique; l'excès d'oxyde dissous par l'acide amidé est enlevé par l'acide sulfhydrique, et l'on a ainsi une solution d'acide propylamido-acétique libre. Pour le purifier, on fait le sel de cuivre qui, quoique très soluble, peut être obtenu pur par cristallisations successives. Ce sel, décomposé par l'acide sulfhydrique, donne de l'acide propylamido-acétique pur que l'on précipite de sa solution concentrée par l'alcool et l'éther; redissous ensuite dans l'alcool, il cristallise en aiguilles par éva-

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXI, p. 606, et t. CXII, p. 437.

poration lente. Cet acide se sublime facilement; il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool, il est insoluble dans l'éther.

» Le chloroplatinate cristallise en prismes et renferme 1 molécule d'eau de cristallisation; il est très soluble dans l'eau. Le chloraurate paraît ne pas vouloir se former, car, en faisant évaporer lentement un mélange de chlorhydrate d'acide amidé et de chlorure d'or, on trouve de grandes lames plates rectangulaires qui sont du chlorhydrate.

» Le sel de cuivre s'obtient soit en cristaux mamelonnés, soit en croûtes cristallines brillantes; il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool.

» Je continue mes recherches sur les différents dérivés des propylamines [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions des acides amido-benzoïques isomériques*. Note de M. **Oechsner de Coninck**.

« *Réaction de l'acide azotique ordinaire*. — L'acide *ortho*-amido-benzoïque se dissout à chaud en rouge grenat dans l'acide azotique ordinaire, puis la teinte vire rapidement au brun foncé; si, à la liqueur rouge grenat, on ajoute une certaine quantité d'eau distillée, on voit apparaître une teinte brun clair.

» Les deux isomères *méta* et *para* donnent des colorations semblables; mais on remarque que, vis-à-vis de l'acide nitrique, l'isomère *para* est le plus résistant; je suis arrivé au même résultat avec l'acide chromique (*Comptes rendus*, p. 596).

» *Réaction de l'acide azotique fumant*. — L'acide *ortho*-amido-benzoïque est vivement attaqué à froid; la solution est brun rouge foncé. Si l'on ajoute de l'eau distillée, elle devient rouge franc par transparence, brun rouge par réflexion. Elle se trouble bientôt, par suite d'une précipitation partielle de l'acide organique.

» L'acide *méta* est aussi vivement attaqué, avec formation d'une liqueur rouge; l'addition du même volume d'eau distillée donne une solution rouge orangé par transparence et par réflexion, mais il ne se produit aucun trouble dû à une précipitation partielle de l'isomère.

(1) Ce travail a été fait à la Faculté des Sciences de Marseille, dans le laboratoire de M. Duvillier.

» L'acide *para* résiste mieux que ses deux isomères; la liqueur est rouge foncé; l'addition du même volume d'eau distillée produit une liqueur jaune foncé par transparence et par réflexion; comme pour l'acide *méta*, on ne remarque aucun trouble dans la liqueur aqueuse.

» *Réaction de l'eau régale.* — L'eau régale a été préparée en mélangeant volumes égaux d'acides nitrique et chlorhydrique.

» L'acide *ortho*-amido-benzoïque se dissout à chaud en rouge vif dans l'eau régale; l'addition d'eau distillée le précipite en partie; si l'on chauffe alors, tout se redissout en rouge orangé.

» L'acide *méta* se dissout partiellement à chaud en jaune ambré d'abord, puis en rouge; il se dissout, partiellement aussi, dans un excès d'eau régale en rouge orangé. Si l'on étend avec la même quantité d'eau pure et qu'on fasse bouillir, tout se dissout en rouge orangé vif.

» L'acide *para* est le plus résistant des trois isomères; il donne, à peu de chose près, les mêmes colorations que l'acide *méta;* mais, si l'on ajoute le même volume d'eau distillée et qu'on porte à l'ébullition, on n'observe qu'une dissolution partielle. A ce point de vue aussi l'acide *para* se distingue donc nettement de ses deux isomères.

» *Réaction de l'acide chlorhydrique étendu.* — L'acide *ortho*-amido-benzoïque, à l'ébullition, se dissout en violet pâle; l'addition d'eau distillée ne détruit pas la coloration.

» L'acide *méta* ne fournit aucune coloration avec l'acide chlorhydrique bouillant; il ne se dissout que *partiellement* dans un *très fort excès* d'acide, à l'ébullition, et se précipite peu à peu par le refroidissement.

» L'acide *para* ne donne, dans les mêmes conditions, aucune coloration, mais il se dissout *totalement* dans un *assez fort excès* d'acide chlorhydrique bouillant; par le refroidissement, il se précipite rapidement. Cette réaction est différentielle entre les trois acides isomériques.

» *Réaction de l'acide chlorhydrique fumant.* — Au point de vue des solubilités, cette réaction est assez semblable à celle de l'acide chlorhydrique étendu; mais il est à remarquer que l'acide *ortho*-amido-benzoïque se dissout *sans coloration* dans l'acide concentré bouillant, tandis que l'acide étendu bouillant produit une coloration violette.

» *Réaction de l'acide sulfurique étendu* ($SO^4H^2 = 1$ vol.; $H^2O = 2$ vol). — L'acide *ortho*-amido-benzoïque se dissout, à l'ébullition, en rose pâle; l'addition d'eau distillée affaiblit la coloration sans la détruire.

» Dans les mêmes conditions, les acides *méta* et *para* ne donnent aucune

réaction colorée; on observe seulement qu'à l'ébullition l'acide *méta* est notablement moins soluble que son isomère *para*.

» Cette réaction est aussi différentielle entre les trois isomères.

» *Réaction de l'acide sulfurique concentré.* — Les acides *méta* et *para*-amido-benzoïques montrent une assez grande résistance lorsqu'on les chauffe avec l'acide sulfurique à 66° Baumé; il n'en est pas de même de l'isomère *ortho*, qui, dans ces conditions, est rapidement charbonné. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude sur la vitesse de décomposition des diazoïques.* Note de MM. **J. Hausser** et **P.-Th. Muller**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons donné dans le précédent numéro des *Comptes rendus* la vitesse de décomposition du métadiazobenzène sulfoné $C^6H^4(SO^3)(Az^2)$ 1.3; elle est exprimée par la formule $\frac{dx}{d\theta} = (A - x)(C + 2k\theta)$; en outre, elle est dépendante de la concentration. Celle du paradiazosulfobenzène $C^6H^4(SO^3)(Az^2)$ 1.4 est exprimé par la formule plus simple $\frac{dx}{d\theta} = (A - x)C$; la vitesse de décomposition de ce dernier corps ne semble guère être influencée par la concentration, de plus elle n'est environ qu'un quart de celle de son isomère.

» Ces faits font ressortir que lorsque la position para, par rapport au groupe Az^2, est occupée par le radical SO^3, la molécule diazoïque jouit d'une stabilité bien plus grande. Cette stabilité relative est-elle due au radical SO^3 ou bien au fait qu'il occupe la position para? Pour vérifier cette idée, nous avons étudié la vitesse de décomposition du méthylsulfodiazobenzène $C^6H^3(CH^3)(SO^3)(Az^2)$ 1.2.4, où la position para, par rapport à Az^2, est occupée par le radical méthyle.

» Dans ce qui suit A représente la quantité d'azote dégagé à partir du moment où nous commençons nos lectures. La concentration est donnée comme d'habitude par le nombre de molécules de diazoïque contenues, au début de l'expérience, dans 10000 molécules du mélange. Les expériences ont été faites à la température de 64°.

	I.	II.	III.	IV.
θ (minim.).	$C = \frac{1}{\theta}\log\frac{A}{A - x}$.	C.	C.	C.
10	0,0117	0,0126	0,0131	0,0133
20	0,0117	0,0124	0,0131	0,0133

θ (minim.).	I. $C = \frac{1}{\theta} \log \frac{A}{A-x}$.	II. C.	III. C.	IV. C.
30	0,0117	0,0123	0,0133	0,0133
40	0,0114	0,0122	0,0133	0,0133
50	0,0112	0,0121	0,0133	0,0133
60	»	0,0121	0,0134	0,0133
Moyenne de C	0,0115	0,0123	0,0133	0,0133
Concentration	10	20,7	38,5	51,8
Azote calculé (pour 100)	14,1	14,1	14,1	14,1
Azote trouvé (pour 100)	14,4	13,6	14,0	13,8

» On voit, d'après ce Tableau, que C peut être considéré dans chaque expérience comme une constante; de plus C augmente avec la concentration, mais il ne semble pas, d'après ces expériences, qu'on puisse y voir une loi. Ces nombres ne sont pas comparables à ceux du diazoïque de l'acide métasulfanilique; la vitesse de décomposition de ce dernier est de trois à quatre fois plus grande que celle de son homologue.

» Ici encore l'occupation de la position para exerce son influence; elle ralentit la vitesse de décomposition. Ajoutons que celle-ci est donnée par la formule simple $\frac{dx}{d\theta} = C(A - x)$; cette occupation de la position para a encore comme effet, dans le cas présent, de rendre la décomposition indépendante du phénol sulfoné qui se forme pendant la réaction.

» *Sulfate de paradiazotoluène* $C^6H^4(CH^3)(Az^2SO^4H)$ 1.4. — Ce diazoïque a été préparé à l'état sec et cristallisé d'après l'excellente méthode de M. E. Knoevenagel [1]. Sa vitesse de décomposition est donnée par la formule $\frac{dx}{d\theta} = (A - x)(C + 2k\theta)$.

» Dans le Tableau suivant nous résumons quatre expériences faites à la température de 64°. A représente l'azote total du diazoïque, y la valeur $\frac{1}{\theta} \log \frac{A}{A-x}$ et C la valeur de y à l'origine. Nous avons montré dans notre dernière Note comment on détermine cette quantité C.

---

(1) *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXIII, p. 2994.

I.

θ (minim.).	$y = \frac{1}{\theta}\log\frac{A}{A-x}$.
0	0,0233 (C)
11,6.....	0,0219
16,6.....	0,0210
21,6.....	0,0203
26,6.....	0,0197
31,6.....	0,0189
41,6.....	0,0176
51,6.....	0,0164

Concentration.............	14,08
Azote calculé (pour 100).....	12,96
Azote trouvé (pour 100).....	12,72

II.

θ (minim.).	$y = \frac{1}{\theta}\log\frac{A}{A-x}$.
0	0,0222 (C)
12,6.....	0,0215
17,6.....	0,0213
22,6.....	0,0211
27,6.....	0,0205
32,6.....	0,0201
42,6.....	0,0194
52,6.....	0,0189
62,6.....	0,0181

Concentration.	20,10
	12,96
	12,73

III.

0	0,0251 (C)
11,4.....	0,0248
16,4.....	0,0234
21,4.....	0,0229
26,4.....	0,0223
31,4.....	0,0217
41,4.....	0,0208
51,4.....	0,0198
61,4.....	0,0192

Concentration.............	30,3
Azote calculé (pour 100).....	12,96
Azote trouvé (pour 100).....	12,73

IV.

0	0,0250 (C)
7,9.....	0,0243
10,9.....	0,0236
15,9.....	0,0231
20,9.....	0,0225
25,9.....	0,0216
30,9.....	0,0211
40,9.....	0,0200
50,9.....	0,0182

Concentration.	39,8
	12,96
	12,71

» Les nombres qui précèdent indiquent que la décomposition du diazoïque en question s'effectue à la manière de celle du métadiazobenzène sulfoné. Les corps produits dans la réaction exercent une influence ralentissante. La courbe des x, dont nous avons parlé dans notre dernière Note, est une hyperbole.

» Nous pouvons donc répéter ici le même raisonnement mathématique que pour le cas du diazoïque de l'acide métasulfanilique, c'est-à-dire on a encore

$$\frac{dx}{d\theta} = (A - x)(C + 2k\theta) = C(A - x) + \frac{2k}{\lambda}x(\mu + x).$$

» Les corps formés pendant la réaction sont

$$H^2SO^4 \quad \text{et} \quad C^6H^4(CH^3)(OH)\ 1.4.$$

Faut-il attribuer l'action ralentissante à l'acide sulfurique, ou au phénol, ou aux deux corps en même temps? Nous espérons que nous pourrons prochainement élucider la question.

» Nous ferons encore remarquer que la stabilité du sulfate de paradiazotoluène est bien plus grande que celle de ses isomères; il est impossible, par exemple, d'étudier le diazoïque de l'orthotoluidine à la température de 64°. Déjà à 40°, la vitesse de décomposition de ce dernier est supérieure à celle de son isomère en para (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux fluorhydrines de la glycérine.* Note de M. **Maurice Meslans**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note précédente (2), nous avons fait connaître la préparation et quelques propriétés d'un nouveau gaz, le fluorure d'allyle. Parmi les réactions nouvelles que nous a fournies cet éther, nous indiquerons seulement ici l'action des halogènes, qui nous a permis de préparer deux fluorhydrines chlorées et bromées de la glycérine.

» *Dibromhydrofluorhydrine.* — Le brome réagit avec énergie sur le fluorure d'allyle. Si, dans un flacon rempli de ce dernier gaz, on fait tomber quelques gouttes de brome, la combinaison s'effectue avec dégagement de chaleur, le gaz est rapidement absorbé, en même temps que la coloration du brome disparaît, et qu'un liquide incolore prend naissance.

» Pour préparer ce nouveau composé en plus grande quantité, on verse dans un petit ballon, entouré d'eau, une certaine quantité de brome sec, dans lequel ou fait barboter un courant lent de gaz fluorure d'allyle, jusqu'à complète décoloration. A la fin de l'opération, on chauffe légèrement pour chasser l'excès de gaz. On obtient ainsi un liquide incolore qui passe entièrement à la distillation entre 162° et 163°.

» Pendant la réaction, il ne s'est pas formé trace d'acide fluorhydrique,

(1) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy (laboratoire de M. Haller).

(2) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 882.

et la distillation du composé liquide fluoré n'a donné lieu à aucune décomposition, non plus qu'à aucune attaque du verre. Le produit obtenu est un liquide mobile d'une odeur agréable qui rappelle celle du chloroforme, d'une saveur sucrée et brûlante. Sa densité, à 18°, est de 2,09. Sa densité de vapeur prise par la méthode de Meyer dans la vapeur d'aniline a été trouvée de 7,64. La densité théorique est 7,63.

» Ce corps est miscible à l'éther; il se dissout facilement dans l'alcool absolu. Insoluble dans l'eau, celle-ci le précipite de sa solution alcoolique. Il ne s'enflamme pas; chauffé, sa vapeur brûle difficilement en donnant une grande quantité d'acide bromhydrique mélangé d'acide fluorhydrique.

» Nous avons pu déterminer synthétiquement la composition de ce liquide de la façon suivante :

» Dans un flacon taré, nous avons versé une petite quantité de brome sec. Après une nouvelle pesée, qui nous a fourni le poids de brome mis en expérience, nous avons fait agir le fluorure d'allyle jusqu'à décoloration complète du brome. Après avoir chassé l'excès de gaz, nous avons pesé le flacon dont l'augmentation de poids nouvelle nous a donné la quantité de fluorure d'allyle combinée. Voici les résultats obtenus dans deux expériences :

	I.	II.	Théorie pour C^3H^5Fl, Br^2.
Poids de Br	0,467	0,264	160
» de C^3H^5Fl	0,177	0,098	60
Rapport $\frac{Br}{C^3H^5Fl}$	2,638	2,69	2,666

» Le dosage du brome à l'état de bromure d'argent par la méthode de Carius nous a donné les chiffres suivants :

	I.	II.	Théorie pour C^3H^5Fl, Br^2.
Br pour 100	70,9	71,4	72,72

» Les chiffres fournis d'une part par la synthèse directe et le dosage du brome, d'autre part par la densité de vapeur, nous conduisent à la formule suivante pour cette dibromhydrofluorhydrine

$$C^3H^5Fl, Br^2.$$

» *Dichlorofluorhydrine.* — Le chlore agit également bien sur le fluorure d'allyle. Si l'on amène un courant de chlore dans un tube rempli de fluo-

rure d'allyle, on voit se former sur le verre des gouttelettes liquides incolores.

» Pour préparer ce liquide, on se sert d'un petit ballon dont le bouchon laisse passer deux tubes plongeant jusqu'au milieu, et par lesquels on fait arriver simultanément un courant de fluorure d'allyle et un courant de chlore qu'on maintient en léger excès. Les deux gaz se combinent avec développement de chaleur. On refroidit le ballon dans un bain à 15°. Le liquide qui se forme dissout l'excès de chlore en se colorant en vert. A la fin de l'opération, on a soin de prolonger le courant de fluorure d'allyle en agitant et chauffant légèrement, jusqu'à décoloration du liquide. On distille le produit de la réaction qui passe entièrement à 122°-123°.

» Le liquide qu'on obtient est incolore. Son odeur et sa saveur sont analogues à celles du dérivé bromé. Sa densité à 18° est 1,327. Sa densité de vapeur 4,495 (densité théorique, 4,51).

» Nous avons déterminé synthétiquement sa composition par la méthode suivante :

» Dans une éprouvette graduée de 20^{cc} de capacité, terminée à sa partie supérieure par un robinet de verre soudé et remplie sur la cuve à mercure, nous avons fait passer quelques centimètres cubes de gaz fluorure d'allyle, puis 1^{cc} d'une solution saturée de chlorure de sodium (qui dissout moins facilement que l'eau le fluorure d'allyle, et, comme on sait, le chlore). Après avoir agité pour saturer l'eau salée de gaz, nous avons chassé l'excès de celui-ci, et mis l'éprouvette en communication par son robinet avec un récipient de chlore. Nous avons laissé pénétrer environ 13^{cc}. Après un certain temps, lorsque l'eau salée eut cessé d'absorber le chlore, nous avons réduit le volume à 10^{cc}. Nous avons alors fait passer sous le mercure, dans l'éprouvette, 10^{cc} de fluorure d'allyle pur, préalablement mesurés. Immédiatement le volume du mélange gazeux a diminué et le liquide a rempli l'éprouvette. Grâce au dispositif adopté et à la couche d'eau salée, nous avons évité l'erreur due à l'absorption du chlore par le mercure. Nous avons renouvelé cette expérience en employant un excès de l'un des deux gaz, et nous avons également constaté que la combinaison s'effectuait volume à volume.

» Ce qui nous conduit à écrire la réaction suivante, qui représente la formation de la dichlorhydrofluorhydrine :

$$\underbrace{C^3H^5Fl}_{\text{2 vol.}} + \underbrace{Cl^2}_{\text{2 vol.}} = \underbrace{C^3H^5FlCl^2}_{\text{liquide}},$$

dans laquelle 1 molécule de fluorure d'allyle s'unit à 2 atomes de chlore. L'iode est sans action sur le fluorure d'allyle. Chauffé dans une cloche

courbe remplie de ce gaz, il se volatilise sans amener, après refroidissement, un changement du volume initial.

» Dans l'espoir d'obtenir la trifluorhydrine de la glycérine, nous avons tenté de combiner le fluor au fluorure d'allyle; même en refroidissant très énergiquement les deux gaz, la réaction est trop violente; le fluor s'empare de l'hydrogène, un dépôt de charbon se forme à la sortie du tube de platine qui amène le fluor refroidi, et ce charbon est lui-même transformé avec incandescence en fluorure de carbone. M. Moissan a établi depuis longtemps ([1]) que l'action directe du fluor sur les composés organiques produit le plus souvent de l'acide fluorhydrique et des fluorures de carbone.

» *Conclusions.* — Le gaz fluorure d'allyle réagit avec facilité sur le brome pour donner naissance à une dibromhydrofluorhydrine C^3H^5Fl, Br^2. Il fournit, dans les mêmes conditions avec le chlore, une dichlorhydrofluorhydrine $C^3H^5FlCl^2$. Ces composés sont liquides, doués d'une grande stabilité et n'attaquent pas le verre, même à une température notablement supérieure à leur point d'ébullition ([2]). »

ZOOLOGIE. — *Sur le mode d'union des anneaux de l'abdomen (articulation en zigzag) chez les Hyménoptères.* Note de M. G. CARLET, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait que, chez les Hyménoptères, les mouvements prédominants des anneaux de l'abdomen, pendant la respiration, sont des mouvements d'invagination et d'évagination rappelant ceux des tubes d'une lunette d'approche. Or ces anneaux sont reliés entre eux par des membranes chitineuses et par conséquent inextensibles, comme chez les autres Insectes où ces mouvements sont très limités, quelquefois nuls. Bien plus, chez les Hyménoptères, la membrane articulaire ne s'aperçoit pas entre les anneaux, même quand ceux-ci sont à leur maximum d'écart les uns des autres. Comment donc peut-il se faire qu'une membrane inextensible, qui paraît moins étendue chez les Hyménoptères que chez les autres Insectes, permette cependant des mouvements beaucoup plus étendus?

» Nous avons trouvé la raison de ce fait dans la disposition de la mem-

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CIX, p. 861.

([2]) Travail fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École de Pharmacie.

brane interannulaire. Pendant l'invagination des anneaux, cette membrane est plissée deux ou trois fois sur elle-même, de façon à représenter, en coupe, la lettre N ou la lettre W. Nous donnerons à ce mode d'union le nom d'*articulation en zigzag*.

» Quand les anneaux sortent les uns des autres, la membrane interannulaire s'étend en se déplissant, à la façon d'un éventail qui s'ouvre, malgré l'inextensibilité de la membrane d'union de ses baguettes.

» Le plissement de la membrane interannulaire est à son maximum de complication chez l'Abeille, ce qui permet aussi le maximum de l'invagination et de l'évagination des anneaux. Il résulte de ce plissement qu'un anneau est séparé de celui dans lequel il s'invagine par un vide assez considérable, surtout à la face ventrale où la partie invaginée est concave dans le sens longitudinal. Cette disposition facilite d'une part l'accumulation de la cire et sa protection pendant l'invagination, d'autre part la préhension de la cire pendant l'évagination.

» En résumé, chez les Hyménoptères il existe, entre les anneaux de l'abdomen, une membrane articulaire formant, par ses plissements, une sorte d'*articulation en zigzag*, surtout développée chez l'Abeille. Ce genre d'articulation permet aux anneaux de l'abdomen d'entrer les uns dans les autres ou de sortir les uns des autres, par le plissement ou le déplissement de la membrane interannulaire. Cette conformation assure les mouvements respiratoires chez tous les Hyménoptères. De plus elle facilite, chez l'Abeille, l'accumulation de la cire sur les arceaux ventraux, en même temps que la protection de cette substance et sa préhension par l'Insecte. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement embryonnaire des Galathéidés du genre* Diptychus. Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Galathéidés abyssaux du genre *Diptychus* se font remarquer par un certain nombre de caractères aberrants, et notamment par la substitution apparente de pleurobranchies aux arthrobranchies des Galathéidés normaux; comme la plupart des types abyssaux de la même famille, ils n'ont d'ailleurs qu'un petit nombre d'œufs ordinairement très gros (de 1^{mm} à $1^{mm},5$ de diamètre) et diffèrent en cela des formes côtières et subcôtières dont les œufs sont petits et toujours abondants. C'est pour connaître l'explication et la portée de ces faits que nous avons étudié le développement

embryonnaire de divers *Diptychus* recueillis dans l'Atlantique par le *Talisman*, et dans la mer des Antilles par le *Blake*.

» Nos embryons les plus jeunes (*D. concolor* A. M.-Edw.) avaient à peine dépassé le stade nauplius; les lobes optiques commençaient à se bien dessiner, la plaque thoraco-abdominale était fort réduite, le labre était grand et régulièrement convexe; enfin, parmi les trois paires d'appendices, les antennes seules étaient biramées et se faisaient remarquer déjà par la prédominance de leur rameau externe, celui qui formera l'acicule presque rudimentaire de l'adulte.

» Au stade suivant (*D. concolor*), les lobes optiques sont très distincts; l'abdomen, replié sur la face ventrale, ne présente aucune trace apparente de segmentation; les mâchoires et les pattes-mâchoires sont représentées par des bourgeons arrondis qui s'étendent jusqu'à la naissance de l'abdomen, si bien que la portion sur laquelle prendront naissance les pattes thoraciques est des plus rudimentaires. Les pattes-mâchoires et les mâchoires postérieures sont déjà biramées, les antennes et les antennules sont toujours énormes, mais les mandibules n'ont nullement suivi le développement des autres appendices.

» Bientôt une région thoracique extrêmement courte apparaît à l'extrémité postérieure de l'embryon, dans le prolongement de l'abdomen (*D. parvulus* Hend.); des pattes simples et courtes naissent sur les bords de cette région, pendant que les appendices buccaux biramés s'allongent et se recourbent en dedans, leur rameau externe cachant plus ou moins le rameau interne. Les soies, sous la forme de franges élargies, existent déjà sur le rameau antennaire externe; l'abdomen est segmenté.

» Peu à peu s'allonge la région sur laquelle s'insèrent les pattes thoraciques; l'abdomen s'allonge aussi et vient toucher en avant le labre; les pattes se développent et les plus grandes sont manifestement les plus postérieures, celles qui prendront place plus tard immédiatement en arrière des pattes-mâchoires. Des franges se forment à l'extrémité du rameau antennaire interne (*D. rugosus* A. M.-Edw.).

» Au stade suivant, toute la région thoracique est devenue dorsale, et l'abdomen occupe seul la face ventrale du corps; il dépasse, en avant, les yeux et présente de nombreuses et longues franges sur les bords élargis de son article terminal. Un bourgeon se développe sur les antennules et représente leur rameau externe (*D. concolor*).

» Dans un embryon plus âgé (*D. nitidus* A. M.-Edw.), le rostre est différencié et se recourbe sous le labre; les mandibules et les deux paires de

mâchoires commencent à se présenter sous la forme qu'elles auront chez l'adulte; de faibles saillies représentent les fausses pattes abdominales, qui manquent d'ailleurs sur l'avant-dernier segment. A la base des pattes ambulatoires se découpe un article qui prend part à la formation des parois du corps, et sur lequel on voit se développer deux ou trois bourgeons branchiaux. C'est à ce dernier stade que naissent les Galathéides ordinaires et même les *Galathodes* (¹), tandis que, dans nos *Diptychus,* les deux tiers au moins du vitellus ne sont pas encore consommés.

» A un âge plus avancé, nous trouvons dans l'œuf des embryons (*D. uncifer* A. M.-Edw., *D. concolor*) qui correspondent au dernier stade larvaire, tel que l'a défini G.-O. Sars. Les fausses pattes de l'avant-dernier segment abdominal sont biramées mais réduites; les bourgeons des fausses pattes antérieures restent courts; les pinces, à peine indiquées au stade précédent, sont maintenant armées de longs doigts; les pédoncules oculaires sont globuleux et se terminent par une corne beaucoup plus étroite; le rameau externe des antennules est toujours médian, mais celui des antennes a conservé sa prédominance; les pattes-mâchoires, enfin, constituent des appendices étroits et allongés qui ne ressemblent en rien à ceux de l'adulte. Les branchies, dépourvues de lamelles, sont maintenant représentées par des bourgeons importants qui, au nombre de deux ou trois par appendice, se trouvent sur les mêmes segments que les branchies de l'adulte; deux d'entre elles sont situées côte à côte, en contact avec l'appendice correspondant, et constituent des arthrobranchies, qui deviendront les pleurobranchies inférieures définitives; l'autre se trouve immédiatement au-dessus des deux précédentes et forme déjà une pleurobranchie parfaitement caractérisée. Ainsi se trouvent justifiées les présomptions de M. J. Bonnier (²), qui considère comme homologues les pleurobranchies inférieures des *Diptychus* et les arthrobranchies des autres Galathéides.

» A ce stade, l'embryon a consommé à peu près tout son vitellus, et forme à lui seul la masse tout entière de l'œuf; c'est alors qu'il va naître, et l'on trouve parfois dans la cavité incubatrice, au milieu des œufs prêts à éclore, de jeunes larves qui viennent d'être mises en liberté.

» En résumé, le développement des *Diptychus* rappelle par tous ses

---

(¹) G.-O. Sars, *Bidrag til Kundskaben om Decapodernes Forvanlinger* (*Archiv f. Math. og Naturv.*, p. 162, Pl. IV; 1889).

(²) J. Bonnier, *Les Galatheidæ des côtes de France* (*Bull. scient. de la France et de la Belgique*, 3ᵉ année, 3ᵉ série, p. 89; 1888).

traits principaux celui des Crustacés astaciens, et l'on observe même dans l'embryon ou dans la larve des organes qui, plus ou moins atrophiés (fausses pattes) ou très réduits (acicule) chez l'adulte, sont dans le jeune âge très développés. Ce qui caractérise surtout l'embryogénie des Crustacés de ce genre, c'est le déplacement des arthrobranchies et le retard que subit l'éclosion. Bien qu'il soit beaucoup moins grand qu'on ne l'avait d'abord supposé [1], ce retard est évidemment favorable à la conservation et au développement de l'espèce; il compense d'ailleurs l'infériorité reproductrice qu'entraîne avec elle la présence d'un petit nombre d'œufs et rappelle, jusqu'à un certain point, l'éclosion tardive signalée par Bavay [2] chez un Batracien anoure, l'*Hyla martinicensis*, dont l'état de têtard se passe à l'intérieur de l'œuf. »

HISTOLOGIE. — *Sur l'histologie de la glande pituitaire.* Note de M. G. SAINT-REMY, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les auteurs qui se sont occupés dans ces dernières années de la structure intime de l'hypophyse, en particulier Flesch, Dostojewski, Lokhringer, n'ont étudié que les Mammifères. Ils s'accordent à décrire, dans la portion épithéliale, deux sortes bien distinctes de cellules dans le parenchyme glandulaire : les cellules principales, les plus nombreuses, à protoplasma clair et peu colorable, et les cellules chromatiques, disséminées parmi les premières, à protoplasma réfringent, devenant très foncé par l'acide osmique ou les matières colorantes.

» Nous avons fait quelques recherches sur ces éléments chez les Batraciens (Salamandre, Grenouille), les Oiseaux (Pigeon) et les Mammifères (Chien, Lapin, Rat), en nous servant des réactifs habituellement employés et en appliquant en outre une des méthodes proposées par Altmann pour l'étude de la structure élémentaire du protoplasma.

» Lorsqu'on traite les pièces par les procédés ordinaires, on retrouve chez tous ces animaux les deux sortes de cellules décrites chez les Mammifères. Cependant, si l'on étudie avec soin des coupes convenablement fixées, par le liquide de Flemming par exemple, on remarque qu'il existe des intermédiaires entre les cellules chromatiques et les cellules principales

---

(1) J. BONNIER, *loc. cit.*, p. 91.

(2) A. BAVAY, *Note sur l'Hylodes martinicensis et ses métamorphoses;* 1872.

les mieux caractérisées. Chez les Batraciens, où les éléments sont plus gros et par conséquent plus favorables, on observe que le protoplasma réfringent des cellules chromatiques doit ses caractères à la présence de granulations serrées dont il est chargé. L'aspect des éléments varie avec la dimension de ces granules dont les cellules principales typiques sont dépourvues. Par la méthode d'Altmann (coloration à la fuchsine acide et décoloration élective par l'acide picrique), on constate que ces grains rentrent dans la catégorie de ceux étudiés sous les noms de bioblastes, plastidules ou grains fuchsinophiles. Ils existent aussi bien chez les Oiseaux et les Mammifères que chez les Batraciens, mais y sont extrêmement petits. On les trouve dans la plupart des cellules de la glande et nos observations nous conduisent à repousser l'idée de l'existence de deux sortes de cellules dans l'hypophyse des animaux que nous avons étudiés. Il n'y a, selon nous, qu'une seule sorte de cellules glandulaires dans cet organe et les différentes formes qu'on y trouve ne sont que des aspects différents, correspondant à des stades de l'évolution d'éléments identiques. L'hypophyse de la Salamandre est particulièrement démonstrative, en raison des grandes dimensions qu'y atteignent les grains. L'état le plus primitif nous paraît être celui où les granulations sont à peine distinctes; l'état ultime est celui où la cellule n'offre plus qu'un protoplasma incolore pauvre et réticulé qui semble les derniers vestiges d'un élément vidé de ses granules.

» Ces grains fuchsinophiles paraissent liés aux phénomènes de sécrétion dont la cellule est le siège. Mais il nous est impossible de décider s'ils représentent purement et simplement des gouttelettes d'un produit de sécrétion ou s'ils doivent être regardés comme des éléments consécutifs de la cellule, élaborant ce produit de sécrétion pour l'éliminer ensuite, hypothèse qui est plus conforme aux idées émises par Altmann et L. et R. Zoja. »

ZOOLOGIE. — *Sur la matière colorante bleue du sang des Crustacés.* Note de M. F. Heim, présentée par M. Lacaze-Duthiers.

« Le sang des Crustacés décapodes, presque incolore au sortir de l'animal, se colore rapidement en bleu azuré, puis foncé, au contact de l'air. Le sang du Poulpe présente les mêmes phénomènes, et M. Frédéricq a nommé *hémocyanine* la substance bleue qui jouit de la propriété de se co-

lorer en fixant l'oxygène; le même physiologiste a étendu au Homard les résultats obtenus par lui sur le Poulpe. Ses conclusions sont les suivantes :

» 1° L'hémocyanine est une matière albuminoïde dont la constitution est calquée sur celle de l'hémoglobine. Comme cette dernière elle existe sous deux états : oxyhémocyanine et hémocyanine réduite.

» 2° L'hémocyanine est la seule albuminoïde contenue dans le sang et joue, à la fois, un rôle nutritif et le rôle de véhicule de l'oxygène.

» 3° Elle se décompose, sous l'influence des acides minéraux forts, en une substance albuminoïde, et un corps métallifère cristallisé qui contient tout le métal faisant partie de la molécule primitive.

» 4° Chez les animaux à hémocyanine ce métal n'est pas le fer, mais le cuivre.

» Les conclusions du savant physiologiste de Liège ont été adoptées par les auteurs qui se sont occupés de la question après lui : Kruhenberg et Halliburton. Nos recherches sur le sang des Crustacés ne nous permettent point de souscrire à ces conclusions; voici, brièvement résumés, les résultats de nos recherches sur ce point capital de Physiologie générale.

» I. La matière colorante existe certainement sous deux états : réduite et incolore, oxydée et colorée. La combinaison oxygénée est dissociable avec la plus grande facilité par le vide, le passage des gaz inertes, la chaleur, les agents réducteurs. Sur ce point, aucune divergence avec les résultats de nos prédécesseurs.

» II. L'hémocyamine n'est pas la seule substance albuminoïde du sang des Crustacés. Ce sang contient, en outre, de la sérine, identique par toutes ses propriétés à celle des Vertébrés, et de la paraglobuline, qui dérive, *in vitro*, de la sérine. Le procédé de préparation de l'hémocyanine *pure* par la dialyse est donc illusoire : on n'obtient qu'un mélange de matière bleue avec une énorme quantité de sérine.

» III. Rien d'étonnant, dès lors, que ce magma, traité par HCl ou AzO^5 donne un précipité albuminoïde; ce précipité est de la sérine. Quant au corps métallifère, cristallisé, obtenu chez le Poulpe, nous ne l'avons jamais vu se former chez les Crustacés.

» IV. Le cuivre ne peut faire partie constituante de la molécule d'hémocyanine, car il manque chez la moitié environ des Crustacés. A l'aide des procédés de la plus extrême sensibilité, tels que l'électrolyse, on ne peut en déceler de traces chez la Langouste, le Crabe, le Tourteau, l'Écrevisse. Par contre, il existe chez le Homard et le Maïa, mais il semble être, chez ces animaux, combiné à l'état d'albuminate avec la sérine.

» Aucun observateur n'a, à notre connaissance, effectué des dosages sur la teneur en oxygène du sang des Crustacés, depuis les quelques résultats indiqués par MM. Jolyet et Regnard en 1877. C'est cependant là le nœud même de la question.

» Nous avons effectué de nombreux dosages de sang, en opérant avec des quantités relativement considérables, 20^{cc} à 30^{cc} à chaque fois, et nous avons employé la méthode de l'hydrosulfite de soude, inventée par M. Schützenberger. La sensibilité de cette méthode ne laisse, on le sait, rien à désirer, et permet d'opérer, avec toute la précision désirable, sur 5^{cc} à 6^{cc} de sang. Nous n'avons jamais trouvé, pour le sang des divers Crustacés, une teneur en oxygène notablement supérieure à celle de l'eau pure, si ce n'est chez la Langouste, où elle est de $\frac{1}{3}$ supérieure. (Le sang de la Langouste, remarquons-le, ne contient pas de cuivre.)

» Nos résultats ont, d'ailleurs, été vérifiés par M. Schützenberger qui a poussé la bienveillance jusqu'à effectuer, lui-même, jusqu'à cinq dosages, portant sur des animaux différents. Ces dosages méritent donc d'entraîner la conviction. On ne peut nous objecter qu'opérant à Paris les animaux pouvaient se trouver en état de semi-asphyxie, car nous avons toujours agité longuement le sang au contact de l'air, de façon à déterminer son coefficient d'absorption maximum pour l'oxygène.

» D'ailleurs, MM. Jolyet et Regnard l'avaient déjà dit, d'après quelques dosages avec la pompe à gaz, « la teneur en oxygène du sang des animaux » aquatiques est égale à la teneur en oxygène de l'eau ambiante ». Cette assertion, entièrement exacte, si elle n'était passée inaperçue, aurait, sans doute, arrêté les auteurs, qui voyaient dans l'hémocyanine un véhicule d'oxygène comparable à l'hémoglobine.

» Nous n'avons pas réussi à préparer l'hémocyanine pure, son extraction présente, en effet, les plus grandes difficultés à cause de son instabilité. On se trouve là en présence des mêmes difficultés qu'éprouvèrent Prévost et Dumas lorsqu'ils voulurent extraire l'hémoglobine, et on sait que ces auteurs niaient la possibilité de cette extraction.

» L'hémocyanine se laisse, d'ailleurs, entraîner mécaniquement sitôt que, dans le sang, on produit un précipité inerte : elle se rapproche en cela des substances pigmentaires. Comme personne ne l'a encore obtenue pure, on doit encore douter de sa nature albuminoïde.

» Elle diffère essentiellement de l'hémoglobine par l'absence d'un métal dans sa molécule, son pouvoir absorbant presque nul pour l'oxygène, et par l'absence d'autres propriétés également caractéristiques de

l'hémoglobine; telles que la faculté de se combiner avec l'oxyde de carbone, de cristalliser et de résister à la putréfaction. Cette dernière propriété lui a, cependant, été attribuée récemment par M. Frédéricq, qui aurait conservé de l'hémocyanine pure dans du sang en putréfaction depuis plusieurs mois. Dans un tel sang il existe bien une matière colorante non pas bleue, mais noirâtre, mais ce n'est pas de l'hémocyanine, dont elle n'a aucune des propriétés : c'est une matière analogue à la mélanine et qui se forme aussi bien dans la putréfaction du tissu hépatique. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau Rhizopode marin* (Pontomyxa flava, *g. et sp. n.*). Note de M. E. Topsent, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On trouve assez souvent, à Banyuls, sur les *Microcosmus Sabatieri*, des taches jaune d'or, irrégulières, d'une substance sarcodique très molle, nullement visqueuse, et qu'un lavage un tant soit peu violent enlève fatalement par parcelles, Si on laisse pendant quelque temps en repos dans un bac ou une cuvette d'eau de mer ces *Microcosmus*, débarrassés avec précaution, au préalable, de l'excès de vase dont ils sont couverts au sortir du chalut, on constate que les taches en question changent de forme, se déplacent très lentement sur leur support, et, parfois même, l'abandonnent pour errer dans le récipient. Elles ne restent pas compactes, mais s'étirent en divers sens et arrivent à former des sortes d'arborisations dont les branches principales se ramifient en des filaments d'une finesse extrême et d'une longueur qui fréquemment dépasse 4^{cm} et 5^{cm}. On se trouve en présence d'un Rhizopode que j'ai tout lieu de croire nouveau et pour lequel je propose le nom de *Pontomyxa flava*.

» Constamment dépourvu d'une enveloppe quelconque, il appartient au sous-ordre *Amœbaea* Ehrenberg, et, par la forme de ses pseudopodes, prend rang parmi les *Reticulosa* Bütschli. Il est caractérisé à la fois par sa couleur, par sa grande taille, par l'absence complète de vacuoles dans sa masse, et surtout par la quantité énorme de ses noyaux.

» En raison même de sa forme irrégulière et de son épaisseur fort inégale, il est bien difficile d'évaluer en chiffres ses dimensions, et, seuls, les dessins que je me propose de publier dans un travail plus étendu donneront une idée exacte de la taille qu'il peut acquérir. Je puis dire, cependant, que je l'ai vu souvent couvrir de son réseau le fond d'une petite cuvette de 6^{cm} de diamètre : dans ces conditions, j'ai calculé que la superficie effectivement occupée par le Rhizopode égalait environ 25^{mmq}.

» Son organisation est d'une extrême simplicité : du protoplasme hyalin et des granules jaunes atteignant rarement 1 μ de grosseur, voilà, avec les noyaux, tout ce que l'on y peut reconnaître. Le protoplasme hyalin, sans cesse en mouvement, entraîne les corpuscules jaunes jusqu'à l'extrémité des pseudopodes les plus fins, invisibles sans le secours d'objectifs puissants; tous les pseudopodes sont donc entièrement colorés; tous jouissent aussi de la même contractilité, et il n'en existe point de comparable au filament permanent et indivis de *Aletium piriforme* Trinchese.

» Les noyaux, qui, suivant les individus, mesurent de 50 μ à 60 μ de diamètre, sont parfaitement sphériques, incolores, et limités par une membrane nucléaire à double contour, capable de se chiffonner, comme Siddall l'a vu sur le noyau unique de *Shepheardella tæniformis*. Ils rappellent, par leur abondance et par leur structure, ceux des *Pelomyxa* : toujours ils contiennent un grand nombre de nucléoles disséminés au milieu de la substance nucléaire finement granuleuse.

» L'existence de tant de noyaux est certainement le caractère organique le plus important de *Pontomyxa flava*. Bien mieux que sa taille, que sa coloration et que la délicatesse de ses pseudopodes, elle permet de le distinguer de *Protomyxa aurantiaca* Haeckel, avec lequel on est porté à le confondre de prime abord. Elle fait de *Pontomyxa*, parmi les *Reticulosa*, un type correspondant aux *Pelomyxa* parmi les *Lobosa*.

» Ajoutons que jamais je n'ai vu *Pontomyxa flava* former de kystes, bien que j'en ai conservé des échantillons pendant plusieurs mois au laboratoire Arago où j'ai fait cette observation. Je n'ai pas vu non plus de *corps luisants* ou prétendues spores donnant naissance à de jeunes amibes; d'ailleurs, on ne les a signalés jusqu'à présent que chez un seul des quatre *Pelomyxa* décrits, et la signification que leur accordent Greeff et Korotneff n'est pas généralement admise. »

ZOOLOGIE. — *Le système nerveux streptoneure des Hétéropodes*. Note de M. **Paul Pelseneer**.

« I. Spengel a réuni les Hétéropodes aux Gastropodes streptoneures, en leur attribuant, comme à ceux-ci, une commissure viscérale croisée. Mais son interprétation est basée essentiellement sur l'étude de formes très spécialisées (*Firolidæ*); et, d'autre part, elle suppose que, dans tout le groupe, les ganglions pleuraux sont fusionnés avec les pédieux et que la commissure viscérale naît, par conséquent, de ces derniers.

» Quant aux Hétéropodes moins spécialisés des familles *Atlantidæ* et *Carinariidæ*, les descriptions de leur système nerveux par H.-Milne Edwards, Souleyet, Huxley, Gegenbaur et von Jhering ne sont pas concordantes; aucun de ces auteurs n'y indique d'ailleurs de commissure viscérale croisée.

» II. L'étude du système nerveux des diverses formes d'Hétéropodes [*Atlanta* (*Oxygyrus*), *Carinaria*, *Firoloides*] m'a donné les résultats suivants :

» 1° Les ganglions pleuraux sont fusionnés *avec les cérébraux*. 2° Chez *tous* les Hétéropodes, la commissure viscérale (naissant de la masse cérébro-pleurale) est croisée.

» En effet : A. Chez *Atlanta*, je n'ai vu aucun cordon nerveux allant des centres pédieux aux viscéraux; ce tronc n'y existe donc probablement pas encore et constitue une anastomose secondaire qui n'a apparu que chez les formes plus spécialisées. — *Carinaria* possède, de chaque côté, ce tronc viscéro-pédieux; mais ces deux troncs sont *droit* et *gauche*. Si cependant les centres pleuraux étaient fusionnés avec les pédieux, et si, par conséquent, ces troncs viscéro-pédieux constituaient la commissure viscérale, il est évident qu'ils devraient être croisés, dans l'hypothèse de Spengel.

» B. *Atlanta* et *Carinaria* possèdent des cordons nerveux cérébro-viscéraux, vus déjà (au moins en partie) chez le premier par Huxley et Gegenbaur et chez le second par Milne Edwards, Souleyet et von Jhering. Mais aucun de ces auteurs n'a reconnu : que ces cordons sont *croisés*, c'est-à-dire que celui qui naît du centre « cérébral » droit se rend, en passant, *au dos du tube digestif*, *au ganglion viscéral gauche* (supra-intestinal), et que, réciproquement, celui qui sort du ganglion « cérébral » gauche arrive, en passant, *sous le tube digestif*, *au centre viscéral droit*.

» Il est donc clair que ces deux troncs nerveux représentent les parties proximales de la commissure viscérale croisée et que les centres pleuraux sont fusionnés avec les cérébraux.

» C. Chez *Carinaria*, il y a, de chaque côté, deux connectifs joignant les centres « cérébraux » aux pédieux. L'un de ces connectifs est certainement *pleuro*-pédieux, car dans *Oxygyrus*, où les mêmes centres cérébraux et pédieux ne sont unis de chaque côté que par un connectif en apparence unique, celui-ci se bifurque bien avant d'arriver au ganglion « cérébral », comme dans *Nucula*. Cette bifurcation a été constatée aussi, mais moins bien marquée, chez le genre *Atlanta*, voisin de *Oxygyrus*.

» D'autre part, les centres cérébraux de *Oxygyrus* et *Atlanta* montrent

d'une façon bien nette qu'ils sont formés de deux paires de ganglions visibles macroscopiquement : l'antérieure (cérébrale proprement dite) donnant issue aux gros troncs ganglionnaires optiques et portant les otocystes; la postérieure dont naissent les troncs « cérébro-viscéraux » susmentionnés (ou branches de la commissure viscérale) et des filets se rendant à l'enveloppe du corps; cette dernière paire est évidemment la pleurale.

» Les ganglions pleuraux sont donc accolés aux cérébraux.

» D. Dans le système nerveux des *Firolidæ*, les seuls grands troncs connectifs longitudinaux sont : une paire de cordons cérébro-pédieux et une paire de cordons viscéro-pédieux croisés (partiellement fusionnés dans *Firoloides*). Pour interpréter ce système, il faut donc admettre que chaque tronc cérébro-pédieux renferme :

» α, le connectif cérébro-pédieux; β, le connectif pleuro-pédieux; γ, le commencement de la commissure viscérale (dont la torsion n'existe que dans la moitié postérieure ou cordons viscéro-pédieux).

» Une pareille fusion n'est pas extraordinaire chez ces Hétéropodes très spécialisés, puisque l'un d'eux (*Firoloides*) montre, dans la partie postérieure, les deux branches de la commissure viscérale fusionnées entre elles et vraisemblablement avec les anastomoses secondaires viscéro-pédieuses qui existent chez *Carinaria* et *Pterotrachœa*.

» III. Les observations ci-dessus s'accordent avec ce que l'on voit chez les Gastropodes streptoneures les plus voisins des Hétéropodes : certains Ténioglosses, où les ganglions pleuraux sont accolés aux cérébraux.

» Les Hétéropodes sont donc simplement des « Prosobranches » à aspect extérieur modifié par la vie pélagique. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations sur l'anthracnose maculée.* Note de M. **Louis Mangin**, présentée par M. Duchartre.

« Parmi les formes d'anthracnose, l'anthracnose maculée est celle qui produit les ravages les plus considérables. Je me propose, dans cette Note, de présenter quelques observations sur l'anatomie des lésions produites par le *Sphaceloma ampelinum*, parasite de cette affection.

» Quand les spores de cette espèce tombent sur un pétiole ou sur une jeune tige de Vigne, elles germent et émettent un filament mycélien qui perfore la cuticule et rampe dans l'épaisseur de la membrane externe des cellules épidermiques. Le mycelium est formé, dans cette région, d'articles

courts, toruleux, à cloisons séparatrices plates et à membrane externe saillante. Par des bourgeonnements et des cloisonnements orientés en divers sens, ces filaments ne tardent pas à constituer un tissu compact, qui détermine en certains points la déchirure de la cuticule; ce tissu forme bientôt entre les lèvres de la plaie une masse saillante à la surface de laquelle se dressent les cellules conidifères.

» Pendant ce temps, le mycelium pénètre dans l'écorce et le collenchyme et présente l'aspect de filaments grêles dont les articles sont trois à quatre fois plus longs que larges. La membrane ne renferme pas de cellulose ni de composés pectiques, mais après l'action successive du chlorate de potasse mélangé à l'acide chlorhydrique et de la potasse alcoolique, elle manifeste les réactions de la callose.

» Les altérations produites dans les tissus, le mécanisme de la formation des chancres qui creusent et déforment les sarments, sont encore peu connus, malgré les observations de MM. Cornu et Gœthe.

» Ces désordres sont essentiellement dus à la dissolution progressive et complète des composés pectiques sous l'influence du parasite. Si l'on examine les coupes de pétiole ou de tige, après avoir enlevé à l'eau de Javelle les matières brunes qui masquent les tissus et coloré ceux-ci avec les colorants des composés pectiques (bleu de naphtylène et vert acide), on voit que la région envahie par le *Sphaceloma* demeure incolore par suite de la disparition de ces composés; les cellules sous-épidermiques et collenchymateuses, réduites à la partie cellulosique de la membrane, sont déformées et aplaties. Désormais sans adhérence entre elles, elles ne sont plus maintenues que par l'enchevêtrement des filaments mycéliens, et se dissocient au moment où ceux-ci, épuisés, se désorganisent.

» La dissolution des composés pectiques a lieu par places, et progressivement, du dehors au dedans; car, sur les bords des places envahies, on aperçoit des îlots irréguliers dans lesquels la membrane, conservant encore son épaisseur normale, manifeste par sa teinte violette la présence des composés pectiques; ces îlots sont disposés en files radiales plus ou moins régulières; très réduits à l'extérieur, ils sont de plus en plus larges vers l'intérieur, et, dans les couches profondes, ils confinent à une région dont les cellules ne sont pas altérées. Les réactifs de la cellulose colorent uniformément les membranes et, par là, témoignent que le parasite n'altère pas la cellulose.

» La présence du parasite provoque, d'ailleurs, une excitation qui, transmise aux cellules encore saines, détermine la subérification rapide

des membranes et aboutit à la formation d'une assise subérifiée, formant comme une muraille destinée à isoler les parties saines des régions malades; en même temps le parenchyme se cloisonne activement en dedans de cette muraille et forme une couche de liège signalée déjà par M. Cornu. Presque toujours, l'assise subéreuse et le liège qui la renforcent ne se développent pas assez rapidement, et quelques filaments mycéliens ont le temps de traverser la région dans laquelle la subérification doit se localiser. A l'abri des assises subérifiées qui se forment en dehors de lui, le parasite continue ses ravages et détermine la formation d'une deuxième muraille subéreuse, puis souvent, dans les plaies profondes, d'une troisième.

» Pendant ce temps, la couche superficielle de faux tissu formée par le parasite, après avoir employé les matériaux nutritifs des régions qu'elle recouvre à la formation des conidies, s'est épuisée; elle se dissocie et les cellules qu'elle maintenait en place se désagrègent en mettant à nu les régions profondes de la plante hospitalière encore riches en substances nutritives. Le mycelium végète activement sur les surfaces ainsi découvertes; il produit une nouvelle couche de faux tissu qui s'épuise après la formation des conidies et il disparaît à son tour en provoquant une dissociation nouvelle et, par suite, un approfondissement de la plaie. De cette manière l'écorce, le liber, la zone génératrice et même la moelle sont successivement envahis, nécrosés, puis dissociés. Les tissus lignifiés et morts, tels que les fibres libériennes, les fibres et vaisseaux ligneux, dépourvus de matériaux nutritifs, résistent très longtemps à l'action destructive du parasite et forment les cordons grisâtres que l'on aperçoit dans la partie profonde des chancres. Dans le bois, les rayons médullaires sont les premiers atteints, la lignine disparaît progressivement du dehors en dedans laissant un parenchyme mou qui est bientôt dissocié; des crevasses profondes séparent alors les faisceaux ligneux intacts qui seront isolés plus tard par la destruction de la moelle.

» Je n'ai pas été assez heureux pour retrouver les conceptacles décrits par M. Gœthe. Quelle que soit d'ailleurs l'hypothèse adoptée pour expliquer la survivance du parasite pendant la mauvaise saison, j'ai pu m'assurer, grâce aux réactions de la callose qui forme les filaments mycéliens, que des spores sont émises et germent sur les jeunes pousses dès la fin de mai ou le commencement de juin quand les bourgeons s'entr'ouvrent. A ce moment, les feuilles qui se dégagent des écailles et qui n'ont encore que quelques millimètres ou $0^{m},01$ de longueur, sont encore plissées et leur limbe est protégé, dans les variétés que j'ai examinées, par un épais duvet.

Les seules parties accessibles à l'action du parasite sont les extrémités des lobes de la feuille, ainsi que les pétioles et la jeune tige. C'est dans ces parties que j'ai rencontré, au commencement de juin 1891, le mycelium du parasite et, sur certains échantillons, les sommets des lobes foliaires étaient tous envahis. Un peu plus tard, quand les feuilles étalées ont quelques centimètres de longueur, les spores tombent et germent sur le limbe en couvrant de leurs filaments des surfaces plus ou moins étendues.

» Dans ces organes jeunes, la subérification des tissus en voie d'accroissement n'a pas lieu aussi rapidement que dans les tissus adultes et le parasite envahit en peu de temps de grandes surfaces. C'est donc pendant l'éclosion des bourgeons et l'accroissement des rameaux feuillés que la maladie est le plus redoutable, car ceux-ci sont détruits ou flétris avant d'avoir pu prendre leur plein développement; c'est, par suite, à ce moment qu'il faut appliquer les traitements préventifs à l'aide de solutions inoffensives pour les tissus délicats des jeunes pousses de la Vigne. Il serait intéressant de constater si les sels de cuivre, inefficaces contre l'antrachnose en plein développement, ne suffiraient pas à empêcher la germination des spores du parasite sur les tissus jeunes; c'est ce que je me propose d'étudier dans la saison prochaine. »

BOTANIQUE. — *De la culture artificielle des Diatomées.* Note M. **P. Miquel**, présentée par M. Schützenberger.

« Les Phéophycées siliceuses de la famille des Diatomacées, qui avaient échappé jusqu'ici aux essais de culture artificielle, peuvent, à l'exemple de beaucoup d'autres végétaux microscopiques, être cultivées dans les laboratoires.

» De l'étude chimique attentive des milieux liquides où l'on voit ces Algues croître habituellement dans la nature, j'ai retiré quelques enseignements qui m'ont été précieux pour établir la composition des macérations nutritives favorables à la multiplication des Diatomées.

» Les eaux ordinaires, placées dans des vases de verre, dans lesquels on jette quelques débris de tiges de Graminées, la substance corticale des grains de Froment, d'Orge, d'Avoine, etc., des fragments de Muscinées, deviennent très convenables pour favoriser l'éclosion et la multiplication des Diatomées d'eau douce. On peut, également, employer, dans le même but, les matières stercorales des rongeurs et des ruminants, plus aptes

cependant à favoriser le développement des Chlorophycées que des Phéophycées. On peut même se servir, pour charger les macérations de matières organiques, de la chair musculaire lavée et cuite, mais avec beaucoup moins de succès. Quant aux hydrates de carbone solubles, aux substances albuminoïdes, blanc d'œuf, sérum de sang, gommes, gélatines, etc., leur addition dans les milieux de cultures est indifférente, ou sinon nuisible, lorsque quelques Champignons sont semés avec les Diatomées.

» Parmi les éléments minéraux dont l'action fécondante sur les Diatomées est très remarquable, je citerai : les sels de soude, de potasse et de chaux à l'état de chlorure, bromure, iodure, de phosphate et de sulfate à la dose de 1 à 5 pour 1000, ou sous un poids plus élevé pour certaines espèces frustulaires. Le silicate de soude à 1 pour 1000 se montre un sel indifférent à l'égard de ces Algues, qui paraissent assimiler plus aisément la silice contenue dans les végétaux et mise en liberté par leur décomposition lente et progressive, que la silice des combinaisons chimiques solubles. Enfin, les sels ammoniacaux, notamment l'azotate d'ammoniaque, sous un poids relativement faible, entravent la végétation des Diatomées; j'en excepterai pourtant le phosphate d'ammoniaque, qui la favorise.

» La culture des Diatomées marines n'offre pas plus de difficulté que celle des Diatomées d'eau douce. L'eau de mer factice qu'on obtient en ajoutant par litre à de l'eau ordinaire 25^{gr} de chlorure de sodium, 1^{gr} de sulfate de magnésium, $0^{gr},5$ de chlorure de calcium et $0^{gr},1$ à $0^{gr},2$ de bromure et d'iodure de potassium ou de sodium, constitue un milieu minéral qui devient très approprié à la culture de ces Algues marines, lorsqu'on y ajoute quelques tiges de paille et quelques fragments de Fucus et de Varechs.

» Pour obtenir des cultures de Diatomées à l'état de pureté absolue, les macérations devront être pratiquées à froid huit à quinze jours à l'avance et filtrées à la bougie Chamberland avant l'ensemencement.

» Pour les cultures ordinaires, l'ensemencement peut être immédiat et précédé de la stérilisation en masse de la macération à 70°, température qui détruit, à peu près, tous les Microphytes, à l'exception des Bactéries.

» Les Diatomées introduites dans ces divers milieux fournissent au bout de huit jours des cultures prospères constituées par de magnifiques dépôts d'une couleur variant du jaune d'or clair au rouge brun foncé, à peu près exclusivement formée par les espèces semées.

» En variant la composition minérale et organique de ces milieux, en augmentant ou en diminuant leur pouvoir nutritif, on obtient aisément la

prédominance de telles ou telles espèces. Les Diatomées réagissant contre la chaleur et la toxicité des antiseptiques d'une façon inégale, on peut, avec le secours de cet agent physique et de ces agents chimiques, séparer aisément ces Algues les unes des autres en employant la méthode des dilutions.

» Les Diatomées ne pouvant supporter la chaleur des rayons solaires, on devra exposer leurs cultures vers le nord, soit à l'air libre, soit derrière les vitres transparentes des fenêtres. Les radiations lumineuses du ciel sont assez puissantes en toute saison pour assurer le développement des Diatomées. Dans l'intérieur des appartements peu éclairés, leurs cultures sont frappées d'arrêt; mais il suffit, même trois mois après l'ensemencement, d'exposer en pleine lumière ces cultures restées infécondes, pour les voir débuter et devenir très prospères. De 0° à 5°, les Diatomées ne paraissent pas se multiplier d'une façon sensible; de 5° à 10°, les cultures marchent avec lenteur; de 10° à 20°, elles deviennent magnifiques; enfin, à 45°, les Diatomées sont radicalement détruites.

» Les Diatomées peuvent être cultivées dans un volume de liquide quelconque, depuis plusieurs litres jusqu'à 1^{cc} ou 2^{cc}; j'ai utilisé cette dernière faculté pour suivre le développement de ces Algues sous le microscope et assister à leurs phases de génération et de multiplication, dont je donnerai la description dans une prochaine Note. »

GÉOLOGIE. — *Sur les pointements de roches cristallines du Chablais.* Note de M. Michel-Lévy, présentée par M. Fouqué.

« Alphonse Favre, M. Tavernier, juge de paix à Taninge, et M. Jaccard ont successivement découvert, aux environs des Gets, une série de pointements cristallins de petite étendue, affleurant au milieu des couches de schistes et de grès du flysch qui les entourent de toute part.

» Tous ces affleurements sont contenus dans une zone de faible largeur, dirigée N.-E. — S.-O. comme tous les plis voisins, et dont la prolongation vers le nord-est passerait par le gisement similaire des Fenils (Griesbachthal), tandis que vers le sud-ouest elle comprendrait le pointement de Houiller supérieur de Taninge.

» Appelé à coordonner les travaux des collaborateurs du service de la Carte géologique sur la feuille d'Annecy, j'ai eu récemment l'occasion d'explorer plusieurs fois ceux de ces curieux gisements qui affleurent sur

le territoire français; d'autre part, Alphonse Favre, M. Jaccard et M. Rittener ont bien voulu à diverses reprises m'envoyer des collections très complètes des roches qu'ils avaient recueillies aux Gets et aux Fenils.

» Celles dont les affleurements paraissent réellement en place se rapportent :

» 1° A une variété de granite pegmatoïde, pauvre en micas et tout à fait analogue à la protogine, dont il a subi les actions dynamiques;

» 2° A la serpentine dérivant d'une péridotite (lherzolite);

» 3° A un gabbro à diallage et hornblende brune ;

» 4° Enfin, à des porphyrites arborisées essentiellement composées d'oligoclase et d'un peu de magma amorphe, chargé de chlorite, de calcite et d'oligiste; ces porphyrites passent par toutes les gradations à de véritables variolites à sphérolites feldspathiques; elles constituent une famille pétrographique très remarquable, alliant à une véritable structure cristallitique, qui conviendrait à des scories, des caractères prouvant que les forces cristallines, dont l'œuvre a été brusquement interrompue, se sont exercées sur une roche déjà en place et immobile. On peut en conclure que, comme pour la variolite de la Durance, il s'agit d'une roche de contact, brusquement refroidie par une paroi assez bonne conductrice de la chaleur.

» A ces diverses roches sont associés des brèches et des conglomérats contenant des débris de toutes les précédentes variétés et, en outre, des blocs très nombreux de porphyrites à structure ophitique, avec très grands cristaux de labrador englobés dans un magma entièrement cristallin d'andésine, d'augite et de hornblende brune.

» Ces conglomérats parfois stratifiés semblent discordants avec les couches voisines du flysch. Il est extrêmement remarquable que toutes les roches basiques, dont il vient d'être question, aient les plus grandes analogies avec celles du mont Genèvre (serpentines, gabbros et variolites) qui apparaissent dans les schistes lustrés, sous les calcaires triasiques du Briançonnais.

» Au point de vue stratigraphique, il est établi que les pointements cristallins des Gets sont plus anciens que le flysch, d'âge varié, mais vraisemblablement antérieur au Trias. Ils paraissent constituer les crêtes d'un ancien anticlinal postérieurement noyé dans les dépôts discordants du flysch. »

GÉOLOGIE. — *Le marbre de Saint-Béat : son âge, ses relations stratigraphiques.* Note de M. CARALP, présentée par M. Fouqué.

« L'âge des calcaires cristallins des Pyrénées a été, et est encore de nos jours, en l'absence de fossiles caractéristiques, l'objet de nombreuses controverses. Les plus intéressants, à ce titre, sont les marbres du niveau de Saint-Béat qui, par leur continuité à travers les Pyrénées moyennes, le profil hardi des montagnes qu'ils composent, leur rôle orographique, constituent dans la chaîne un horizon géognostique de premier ordre.

» Les travaux multipliés auxquels ils ont fourni matière, les débats parfois passionnés qu'ils ont provoqués au sein de nos Sociétés savantes, s'ils n'ont pu fixer, d'une manière définitive, l'époque de leur formation, attestent du moins l'importance du sujet et les difficultés qui s'y rattachent.

» Les opinions les plus divergentes ont été émises à cet égard : pour quelques géologues, ces calcaires relèvent du terrain carbonifère; pour d'autres, du jurassique ou du crétacé; d'autres enfin y voient un membre du terrain primitif. Dans un Mémoire sur les Pyrénées centrales [1], discutant chacune de ces hypothèses et prenant pour base des considérations de divers ordres empruntées surtout à la stratigraphie, j'attribuais à la base du jurassique, et plus spécialement à l'infra-lias et au lias inférieur, ces calcaires marmoréens que j'avais eu l'occasion d'étudier sur nombre de points; déjà d'ailleurs MM. Capellini (de Bologne) et Dieulafait étaient arrivés, mais sans preuves concluantes, à un résultat sensiblement analogue. Dans une exploration faite en septembre 1892 pour le tracé de la feuille de Luz (Hautes-Pyrénées), j'ai eu la satisfaction d'étayer ma manière de voir d'un argument nouveau qui me paraît décisif.

» Une coupe de la vallée de la Neste établit nettement les relations de ces calcaires. Quand on descend cette vallée à partir de Cadéac, on trouve tour à tour, s'adossant au dévonien et au silurien de la haute chaîne, les assises suivantes :

» 1° Les schistes argileux d'Arreau, horizon des schistes de Larbont (Ariège);

» 2° Le calcaire à *Productus* et à polypiers d'Ardengost, appartenant, ainsi que

---

(1) *Recherches géologiques sur les hauts massifs des Pyrénées centrales,* p. 414, 14, 17, 65 (Toulouse, 1888).

l'assise qui précède, au carbonifère inférieur, comme l'ont établi les travaux de M. L. Lartet (1).

» 3° Les grès et schistes houillers de Fréchet d'Aure où j'ai trouvé dernièrement, après de longues recherches, une flore relativement riche (*Calamites, Bornia, Nevroptères, Schizoptères, Astérophyllites, Sphenophyllum*, etc.) et une intéressante intercalation de fossiles marins, généralement de très petite taille : encrines, brachiopodes (*Rhynchonella, Orthis*), lamellibranches (*Arca, Schizodus?*), gastéropodes (*Murchisonia, Chemnitzia, Natica, Pleurotomaria,* etc.) ayant dans l'ensemble quelques affinités avec la faune permienne. Ce gîte fossilifère est d'ailleurs à proximité de la route du col d'Aspin, où dès longtemps le savant professeur de Toulouse avait signalé des empreintes calamitoïdes.

» 4° Un épais système de poudingues et de grès rouge développés vers Camous, dont les uns ont tous les caractères du trias pyrénéen, les autres, ceux de la base, se rattachant probablement au permien supérieur ou à l'étage vosgien.

» 5° De l'ophite avec argilolites versicolores, horizon des marnes bigarrées (Keuper).

» 6° Un puissant calcaire cristallin avec brèches subordonnées, formant les parois du défilé de Sarrancolin.

» Or ce calcaire n'est autre que celui de Saint-Béat : il est facile de s'en convaincre en le suivant de proche en proche à travers les montagnes de la Barousse; d'ailleurs, du côté sud, les relations stratigraphiques sont absolument les mêmes, si ce n'est que dans la vallée de la Neste l'étage carbonifère est plus net et mieux caractérisé.

» Mais du côté nord, les relations sont tout autres : tandis qu'à la grande carrière de Saint-Béat le calcaire bute directement contre le gneiss et autres roches primordiales, ce qui rend ses rapports assez confus, à Sarrancolin il est séparé du terrain primitif, ainsi que je l'ai constaté en remontant le ruisseau de Baricave, par une assise de grès rouge avec argilolites sur laquelle il repose, assise en tout point identique à celle de Camous; de plus le calcaire forme un pli dans lequel sont logés, au niveau de Beyrède, les schistes du lias moyen, fossilifères, à peu de distance. De cette disposition synclinale, qui est très manifeste, une seule conclusion peut se déduire, c'est l'attribution à la base du lias de ce calcaire placé entre le trias supérieur et le lias moyen.

» La même allure se retrouve d'ailleurs en d'autres lieux, notamment dans le pays d'Aulus, à Bordes, dans le massif du Gar et de Cagire, à Cierp, et même, moins marquée, il est vrai, à Saint-Béat, comme je le montrerai dans un autre travail.

(1) *Le carbonifère des Pyrénées centrales* (*Comptes rendus*, 9 mai 1887).

» Le calcaire marmoréen ne fait pas apparition dans la haute chaîne, presque exclusivement composée de terrains paléozoïques ou primitifs ; non plus dans les petites Pyrénées où le lias inférieur est représenté par un calcaire marneux, rubané, placé entre l'infra-lias à *Avicula contorta* et le lias moyen à *Pecten æquivalvis;* mais dans la zone intermédiaire qu'on peut appeler « pyrénées moyennes », zone qui correspond aux premières émersions de la chaîne, ce calcaire a un rôle très important. En rapport au midi avec la série ascendante des terrains paléozoïques, il est presque toujours en contact vers le nord avec une large bande granito-gneissique, jalonnée par le pic Saint-Barthélemy, le pic des Trois-Seigneurs, le Cap de Bouirech, le Som d'Olivet, les montagnes de Cérizède et de Colantigue. Mais ces relations, purement fortuites, sont dues à des failles et en particulier à la faille de Sarrancolin-Saint-Béat, qui fait buter ce calcaire jurassique contre des terrains différents, tantôt le terrain primitif (pic Saint-Barthélemy, étang de Lherz, Seix, Bordes, Arri de Saint-Béat), tantôt contre le silurien (val de Baricave), ou des roches éruptives comme l'ophite (mont de Saint-Béat), la granulite (Cierp, Barousse), etc. Ailleurs (col de Menté, massif du Gar, Arguenos, haute vallée du Ger), le calcaire est surmonté non seulement par les schistes et calcaires du lias moyen, mais encore par les dolomies de l'oolite et calcaires urgoniens, ce qui justifie une fois de plus son attribution à la base du lias.

» C'est dans cette bande calcaire, qui avait frappé les premiers géologues, que sont cantonnées les lherzolites et la plupart des ophites; c'est là que le métamorphisme et la cristallinité atteignent leur paroxysme. Quant à la cause de cette cristallinité, il faudrait l'attribuer selon nous, non, comme on a l'habitude de le faire, à ces roches éruptives qui sont d'un âge antérieur, mais plutôt aux émanations internes auxquelles ces roches d'origine profonde ont frayé un chemin, et surtout au dynamométamorphisme développé par les mouvements orogéniques qui ont présidé à la formation des reliefs de cette zone surélevée. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur quelques minimums perceptibles d'odeurs.* Note de M. **Jacques Passy.**

« J'ai complètement abandonné, pour ces déterminations, l'emploi des essences naturelles qui ne sont que des mélanges complexes et mal connus; il me paraît élémentaire, pour une étude aussi délicate, de ne faire usage

que de substances pures, parfaitement définies au point de vue chimique et, par conséquent, toujours identiques à elles-mêmes.

» La méthode a été indiquée, je n'y ai apporté que des perfectionnements de détail. La goutte de solution alcoolique, au lieu d'être déposée sur le fond même du flacon, est placée sur un très petit disque de verre ou de porcelaine qui, seul, a été chauffé; on évite ainsi tout échauffement sensible de la masse d'air du flacon, qui peut être une cause d'erreur.

Minimums perceptibles. En millionièmes de grammes.

Par litre d'air	Camphre	5	
	Éther	1	
	Citral (¹)	0,5	à 0,1
	Héliotropine (aldéhyde pipéronylique)	0,1	à 0,05
	Coumarine	0,05	à 0,01
	Éther méthylique du naphtol β	0,005	à 0,001
	Vanilline	0,005	à 0,0005
	Musc naturel	0,0001	à 0,00001 (?)
	Musc artificiel (dérivé trinitré de l'isobutyltoluène)	0,000001	à 0,00000005

» L'inspection de ce Tableau montre qu'il faut distinguer nettement entre la *puissance odorante* d'un corps et son *intensité*.

» La *puissance odorante* ou *pouvoir odorant* se définit très simplement, par l'inverse du minimum perceptible; le minimum perceptible de la vanilline étant $\frac{5}{1000}$ et celui du citral $\frac{5}{10}$, la vanilline a un pouvoir odorant cent fois plus considérable.

» Quant à l'*intensité*, qui correspond d'ailleurs à une sensation objective que chacun connaît, on peut la définir en disant que la plus intense de deux odeurs est celle qui masque l'autre. On pourrait croire d'abord qu'il y a quelque analogie entre ces deux qualités et que les odeurs les plus intenses sont aussi celles dont la perception persiste le plus longtemps lorsqu'on en diminue la dose. Il n'en est rien. Il suffit de jeter les yeux sur le Tableau, où les substances sont rangées dans l'ordre de leur puissance odorante, pour constater que les odeurs les plus intenses, le camphre, le citral sont précisément celles dont le pouvoir odorant est le plus faible. L'intensité et la puissance correspondent à deux modes d'action

(¹) Principe odorant de l'essence de verveine.

entièrement différents sur la sensibilité, ainsi que le prouve la série d'expériences suivantes :

» 1° L'accroissement de la sensation est tout à fait différent suivant qu'on emploie une substance intense ou une substance puissante. Je prends deux solutions : citral et vanille, telles, qu'une goutte de chacune d'elles, introduite dans un flacon séparé, donne nettement l'impression caractéristique, et que, ces deux gouttes introduites dans un même flacon, la vanille soit seule perçue; à ce moment l'odeur de la vanille est plus intense que celle du citron. Je prends maintenant deux solutions dix fois plus fortes que les précédentes; une goutte de chacune étant introduite dans un flacon, c'est maintenant le citron qui masque la vanille. Pour rendre la prédominance à la vanille il faut employer une dose au moins cent fois plus forte. L'intensité de la sensation croît donc beaucoup plus rapidement avec les substances intenses qu'avec les substances puissantes.

» 2° La sensibilité aux odeurs présente des variations individuelles considérables. Ces variations ne portent pas indifféremment sur les deux classes d'odeurs; elles sont plus marquées sur celles dont l'intensité est faible :

	Héliotropine.	Camphre.
Math. Rob	5	5
Blanche Delt	0,1	1

» 3° La sensibilité présente des variations chez la même personne d'un jour à l'autre : ces variations portent également sur les odeurs peu intenses :

Blanche Delt.	Héliotropine.	Citral.
14 mars	0,1	0,1
15 mars	5	0,1

» M. Beaunis était arrivé, par ses recherches sur les temps de réaction aux odeurs, à distinguer deux classes de substances, les unes pour lesquelles le temps de réaction est court et qu'il se propose d'appeler *odeurs;* les autres pour lesquelles le temps de réaction est de plus en plus long et qu'il nomme *parfums*. Mes expériences conduisent exactement aux mêmes conclusions, et montrent que la première classe correspond aux odeurs intenses et la seconde aux odeurs puissantes. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Différence dans les fonctions exercées sur la vessie par les nerfs afférents du plexus hypogastrique.* Note de M. **Lannegrace**, présentée par M. Bouchard.

« Cette Note a pour but de démontrer, par la seule méthode des sections, les différences dans les fonctions exercées sur la vessie par les nerfs afférents du plexus hypogastrique, à savoir les nerfs hypogastriques sympathiques ou lombaires et les nerfs hypogastriques médullaires ou sacrés.

» Je ne connais aucun Mémoire édifié par la même méthode sur la même question. La doctrine actuellement régnante veut que les deux ordres de nerfs hypogastriques exercent sur la vessie une action semblable ou même identique; cette théorie de l'équivalence des deux nerfs est uniquement basée sur la méthode des excitations.

» A. Section des nerfs hypogastriques sympathiques ou lombaires. — La section simultanée des deux nerfs ne trouble en rien la miction (fait déjà signalé par Mosso), ce qui prouve que la motricité est intacte ou reste très suffisante.

» La sensibilité de la vessie paraît aussi vive, car elle s'éveille et donne lieu au besoin d'uriner pour les mêmes pressions qu'à l'état normal. La vessie garde sa tonicité, car elle réagit avec la même force que par le passé sur le liquide qu'on y injecte.

» On ne constate jamais de trouble vaso-moteur ni trophique.

» Si j'avais étudié les nerfs hypogastriques sympathiques isolément et par la seule méthode des sections, je me poserais encore cette question (sans pouvoir la résoudre) : A quoi servent donc ces nerfs que l'on peut supprimer impunément ?

» B. Section des nerfs hypogastriques médullaires ou sacrés. — La section de ces nerfs produit constamment de la rétention, qui cesse vers le troisième jour; si l'animal urine avant, c'est par regorgement.

» La cause de la rétention réside dans une résistance survenue au niveau du col plutôt que dans une parésie de la vessie; car on ne peut pénétrer en vessie qu'en forçant un obstacle, une sorte de stricture au niveau du col, et, dès que la sonde a pénétré, l'urine sort avec une certaine force, grâce probablement aux hypogastriques sympathiques dont nous voyons enfin apparaître l'action. Quand la miction s'est rétablie, on peut

se convaincre avec la sonde que l'obstacle au niveau du col a disparu; on a même la sensation d'un relâchement des parties.

» Les suites diffèrent suivant que les animaux ont été sondés ou non.

» 1° *Animaux non sondés.* — Ils peuvent vivre indéfiniment; leur vessie s'exonère convenablement. Cependant la sensibilité et la motricité de la vessie sont diminuées d'une façon nette, car l'animal ne se plaint et n'urine que pour des pressions intra-vésicales bien plus élevées que celles qu'il supportait à l'état normal.

» Les urines sont normales; rarement elles renferment du sang.

» La vessie présente des troubles vasculaires et trophiques très intenses. Au début, elle est le siège d'une congestion passive qui se traduit non seulement par le relief des veines, mais encore par des ecchymoses en pointillé ou en plaque noircissant la muqueuse sur des surfaces variables de siège et d'étendue.

» L'épithélium persiste, mais parfois il tombe par places, d'où des ulcérations et des urines sanguinolentes. Le tissu sous-muqueux est œdématié et infiltré de cellules rondes. L'infiltration lymphoïde peut se propager à la musculeuse. La vessie, ainsi infiltrée, n'a plus sa souplesse, ses qualités extensibles et rétractibles; elle peut avoir au début une grande capacité et puis avec les mois se rétracter considérablement.

» Outre leurs propriétés sensitives et motrices, les nerfs hypogastriques sacrés exercent donc sur la vessie une action vasculaire et trophique (cette action s'étend à tout l'urètre postérieur).

» 2° *Animaux sondés.* — Au début, pour éviter les effets de la distension, je sondais les opérés. Après quelques cathétérismes, les urines deviennent sanguinolentes et ammoniacales; la vessie se paralyse : des hémorragies énormes peuvent se produire et épuiser l'animal. La mort n'est pas forcée, mais fréquente.

» Les lésions sont les mêmes que dans le cas précédent, mais plus intenses. L'épithélium manque en totalité ou par larges plaques et est remplacé par une couche pultacée, non couenneuse, constituée par un détritus granuleux, des cristaux et des microbes. Il y a une cystite suraiguë.

» Au début, je ne doutai pas un instant que je n'eusse commis une faute opératoire. Je fis une asepsie parfaite; les cystites persistèrent.

» J'essayai de cultiver le sang des opérés : je le trouvai toujours stérile. La cystite ne pouvait s'expliquer qu'en admettant que la sonde entraînait probablement quelque microbe de l'urètre dans la vessie.

» Mais pourquoi cette susceptibilité extraordinaire de la vessie après la

section des hypogastriques sacrés, qui fait d'elle un *noli me tangere?* Sur des chiens à hypogastriques lombaires sectionnés, et à plus forte raison sur des chiens sains, j'ai eu beau pratiquer le cathétérisme sans ménagement et avec des sondes malpropres, injecter dans la vessie 5^{gr} et 10^{gr} d'urine en pleine fermentation, je n'ai pas développé de cystite.

» Donc, la section des hypogastriques sacrés, par la suppression des influences trophiques, rend la vessie propre à la contamination. C'est là un fait qui a son importance pour la théorie générale de l'infection.

» C. Section simultanée des hypogastriques lombaires et sacrés. — Il y a une rétention qui peut durer de trois à six jours. Cette rétention est due non seulement, comme dans le cas précédent, à une stricture temporaire au niveau du col, mais encore à une paralysie définitive du corps. Les lésions trophiques et les susceptibilités morbides sont essentiellement les mêmes que dans le cas précédent. La survie peut être longue, presque indéfinie : j'ai gardé des opérés près de deux ans.

» D. Sections diversement combinées. — La section des hypogastriques lombaire et sacré d'un seul côté droit ou gauche, la section des deux hypogastriques lombaires et d'un sacré ne produisent aucun trouble appréciable. Donc, un seul hypogastrique sacré peut suffire à maintenir les fonctions de la vessie.

» E. Animaux opérés. — Mes résultats reposent sur près de cent cinquante expériences surtout sur des chiens, sur quelques chats, sur des cobayes et des lapins et sur cinq singes. Ma description se rapporte plus spécialement aux chiens, parce que chez eux les troubles trophiques sont beaucoup plus accentués.

» La section des sacrés détermine assez souvent chez les rongeurs le dépôt des sédiments urinaires qui distendent la vessie au point de ne laisser plus de place pour le liquide; je n'ai jamais trouvé de noyau dur, calculeux. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le cyclone de la Martinique, en date du* 18 *août dernier.* Lettre de M. G. Landes, présentée par M. Faye.

« Au reçu de votre lettre, j'ai pensé qu'il serait utile d'étudier les effets produits par le cyclone du 18 août 1891 sur une verticale. J'ai entrepris à cet effet, le 29 février et le 1er mars, l'ascension de la montagne Pelée, située aux environs de Saint-Pierre et qui est le point le plus élevé de

l'île. Son altitude est de 1350^{m}. Contrairement à cette appellation, la montagne Pelée est couverte de bois touffus, depuis l'endroit où cessent les cultures jusqu'au sommet, sauf quelques rares espaces couverts de lycopodes et de fougères. La montée et la descente s'effectuaient en un jour; mais, tous les arbres, à peu près, ayant été renversés, j'ai dû, dès les premiers pas dans les bois, abandonner tout ce que je faisais porter, et arriver jusqu'au sommet avec mes hommes en marchant sur les troncs d'arbres, les branches et les racines. Ce n'est qu'au bout de quatorze heures de cette gymnastique pénible que j'ai pu atteindre le sommet où j'ai passé la nuit.

» Voici le résumé de mes observations :

» 1° Le cyclone a exercé ses ravages à toutes les hauteurs et ses effets destructeurs ont été en rapport avec la végétation de la montagne.

» 2° La montagne a sans doute fonctionné comme un immense conducteur, car presque tous les arbres du sommet paraissent avoir été tués par l'électricité qui se dégageait du sol.

» Je vous donne quelques détails :

» 400^{m} *à* 700^{m}. — Grands bois. Quelques arbres debout, mais réduits à leur fut. Sur dix arbres, neuf sont abattus. Mêlez les branches et les racines, couchez encore sur ces arbres d'autres arbres à angle droit et entremêlés comme eux, et vous aurez une faible idée de ce chaos. Les arbres des grands bois avaient de 15^{m} à 30^{m} de hauteur. En des endroits, les grands bois s'élevaient jusqu'à 900^{m}. En ces points, pas un arbre n'est resté debout.

» 700^{m} *à* 900^{m}. — La pente est plus rapide, les arbres très petits. Leurs branches ont sans doute pu toucher le sol. Probablement ils ont été aplatis contre le flanc de la montagne et préservés de cette façon. Malgré cela les branches sont brisées et beaucoup d'arbres sont morts.

» 900^{m} *à* 1100^{m}. — La pente est moins forte; les arbres plus élevés. Ils sont déracinés et leurs branches sont brisées. Tout a été particulièrement fracassé à cette hauteur.

» 1100^{m} *à* 1250^{m}. — Un plateau faiblement incliné. Les arbres ont les branches disposées horizontalement, presque aussi fortes que le tronc. Elles ont été appuyées contre terre, et le tronc a été soulevé avec les racines, les branches jouant le rôle d'un levier. Seule une fougère arborescente (*Cyathea*) est restée verticale.

» 1250^{m} *à* 1350^{m}. — L'œil ne voit qu'une masse grise d'arbres de petite taille; tous sont morts; de loin en loin quelques taches vertes indiquent un buisson qui renaît. Ces arbres n'ont plus de feuilles et probablement ils ont été tués par le dégagement d'électricité si abondant au moment du cyclone, qui a dû désorganiser les méristèmes terminaux générateurs des tiges et des rameaux.

» Voici, dans leur ordre de plus grande fréquence, les causes de la destruction des arbres aux diverses hauteurs.

» 400^m *à* 800^m (sol ponceux). — 1° Déracinés par le vent; 2° brisés par le vent; 3° foudroyés et mis en éclat.

» 800^m *à* 1100^m (sol trachytique). — 1° Brisés par le vent; 2° déracinés par le vent; 3° foudroyés; 4° tués par le dégagement terrestre d'électricité.

» 1100^m *au sommet* 1350^m (sol tourbeux ou trachytique). — 1° Tués par le dégagement d'électricité; 2° déracinés verticalement; 3° brisés.

» Je n'ai pu atteindre le point culminant. Le trajet si pénible de l'aller m'a obligé de retourner dès le lever du soleil. Les provisions étaient d'ailleurs abandonnées depuis la veille et l'on ne pouvait attendre un jour de plus.

» Toutefois, si ces observations vous paraissent intéressantes, je pourrai les reprendre à Pâques et, connaissant les difficultés à surmonter, je prendrai mes précautions en conséquence.

» Je n'ai pu voir que le sud-ouest de la montagne; il est possible que d'un autre côté il y ait moins de ravages. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Perturbations magnétiques et phénomènes sismiques*. Note de M. **Émile Rivière**.

« A propos de la dernière Communication de M. Th. Moureaux, sur les perturbations magnétiques de grande intensité enregistrées à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, du 11 au 13 mars 1892, je crois devoir signaler, malgré son peu d'importance, une petite secousse sismique que j'ai ressentie à Menton, le 11 mars à 1^{h}25^m du matin. J'étais réveillé depuis quelques instants, lorsque cette secousse s'est produite, et, malgré sa faible intensité et sa durée extrêmement courte, j'ai pu très bien m'en rendre compte. Sa direction était N.-O. — S.-E. »

M. **Faye** présente un Ouvrage de M. *Cruls* « Sur le climat de Rio-de-Janeiro », et s'exprime comme il suit :

« Le Livre est en portugais, avec la traduction française à côté. Il contient les formules (d'après la série de Fourier) des phénomènes périodiques de la température, de la pression, de l'humidité relative, de la tension de la vapeur d'eau, de la nébulosité. Il donne le nombre des jours clairs, de la pluie, des orages, la direction et la force des vents. Les for-

mules sont complétées par des diagrammes très soignés de toutes les variations de ces phénomènes.

» Ajoutons que, si la relation qui existe entre les taches du Soleil et les variations de la déclinaison magnétique peut être considérée comme un fait absolument prouvé par l'observation, il n'en est pas tout à fait de même de celle qui existerait entre cette même période des taches solaires et d'autres phénomènes terrestres tels que la température, la pression, les tempêtes, etc. L'existence de telles relations a été cependant défendue au moyen d'arguments plus ou moins plausibles, par des astronomes et des physiciens des plus autorisés. Quoi qu'il en soit, l'auteur a pensé qu'il était intéressant d'examiner la variation de la température annuelle et de la comparer à celle des Tables solaires depuis 1851. La Pl. XIV contient ces deux éléments, et on y a joint les courbes de la température de Buenos-Ayres et de Bahia-Blanca, d'après M. Gould (*Annales météorologiques argentines*). La Pl. XV est tirée de ces mêmes *Annales*. On y voit la variation des taches solaires comparée à celles de la température moyenne de cinq villes d'Europe : Paris, Londres, Stuttgard, Berlin et Copenhague pendant la période 1800-1845. Sans pouvoir affirmer qu'il y ait concordance absolue entre ces différentes courbes, il est difficile de ne pas y reconnaître une variation périodique même bien accusée. »

M. DE LACAZE-DUTHIERS présente l'analyse suivante d'une brochure en langue grecque de M. *Nicolas Apostolides* « Sur les Poissons d'eau douce de la Thessalie ».

« Les espèces de Poissons d'eau douce de la Thessalie sont au nombre de quatorze et appartiennent aux Physostomes (Müller) et aux Anacanthes (Müller), treize au premier groupe, un seul au second.

» Dans les Physostomes apodes se trouvent l'Anguille (*A. vulgaris*) et une variété (*A. latirostris*) à museau plat, vivant dans tous les cours d'eau et les lacs.

» Pour les Physostomes abdominaux, on trouve en Thessalie le Brochet (*Esox lucius*), le Lavaret (*Coregonus lavaretus*), la Truite (*Truta fario*), la Carpe (*Cyprinus carpio*), le Carassin (*Carassius vulgaris*), la Tanche (*Tinca vulgaris*), le Barbot (*Barbus fluviatilis*), la Brême (*Abramis brama*), l'Alburne (*Alburnus lucidus*), le Squalle (*Squallius apholus*), le Squalle d'Agassiz (*Squallius Agassizi*), le Gobile (*Gobilis Tœnia*), le Silure (*Silurus glanis*). Parmi les Anacanthes, la Lotte (*Lota vulgaris*). »

M. ZENGER, à l'occasion des brusques variations magnétiques du 6 mars et du 10 au 13 mars 1892, adresse le résumé de ses observations photographiques solaires du 5 au 15 mars et signale, pour confirmer sa théorie de la prévision du temps, de nouvelles correspondances entre les perturbations météorologiques et l'état de la surface solaire pendant cette période.

M. AIGNAN adresse une Note « Sur la variation de la densité des dissolutions ».

M. P. CAMPANAKIS adresse une Note relative à une « Étude sur la communication entre l'ancien et le nouveau continent par la voie de l'île Atlantis ».

M. L. HUGO adresse une Note « Sur la philosophie des solides réguliers ».

M. DELORD adresse la description d' « un système de lampe de sûreté à appliquer aux mines ».

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 MARS 1892.

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier. Tome VI, 6e année, 1891. Montpellier, C. Coulet, 1892; in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

L'Artillerie de campagne en liaison avec les autres armes, par le colonel LANGLOIS. Paris, Baudoin, 1892; 2 vol. in-8° avec atlas.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL et MASCART. 6e série, mars 1892, t. XXV. Paris, G. Masson; fasc. in-8°.

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France, etc.

— *Le Choléra (histoire d'une épidémie, Finistère,* 1885-1886), par HENRI MONOD. Melun, 1892; in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. 2e série, t. XVI, janvier 1892. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; fasc. in-8°.

Les lacs d'Auvergne, par AMÉDÉ BERTHOULE. Paris, 1890; in-8°.

Tarif des douanes de France. Tableau des droits d'entrée et de sortie applicables d'après le tarif géneral et le tarif minimum. Paris, Imprimerie nationale, 1892; gr. in-4°.

La fortune publique et la Navigation, par CARO. Meaux, Blondel; Paris, Michelet, 1891; in-16.

La vie à bon marché. — Étude nouvelle de barrage automobile, par CARO. Meaux, Blondel; Paris, Michelet; broch. in-16.

La navigation fluviale, par CARO. Meaux, Blondel; Paris, Michelet, 1890; in-16.

Société de Géographie. — Comptes rendus des séances, 1892, n° 4. Paris; broch. in-16.

ERRATA.

(Séance du 7 mars 1892.)

Note de M. *J. Fényi,* Phénomènes observés à Kalocsa sur le grand groupe de taches en février 1892 :

Page 525, ligne 3, *au lieu de* 25′ 5″, *lisez* 25″, 5.

(Séance du 14 mars 1892.)

Note de M. *Ad. Carnot*, Sur l'essai des minerais d'antimoine :

Page 590, ligne 10, *au lieu de* $\frac{80}{100}$, *lisez* $\frac{86}{100}$.

(Séance du 21 mars 1892.)

Page 649, ligne 3, *au lieu de* par M. Venukoff, *lisez* offerte par M. Venukoff.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AVRIL 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur les travaux de M. de Caligny; par M. J. **Boussinesq**.

« I. Anatole-François Hüe, marquis de Caligny, né à Valognes le 31 mai 1811, s'était senti, de bonne heure, porté vers l'étude expérimentale des phénomènes hydrauliques, à laquelle il a continué, durant sa longue vie, à consacrer toutes les ressources de son esprit. En effet, ses premiers travaux datent de 1833, et, depuis, il n'a cessé de publier dans nos *Comptes rendus*, dans les *Annales des Mines*, dans le *Journal de Liouville*, dans le *Bulletin de la Société philomathique*, etc., les résultats de ses recherches originales, poursuivies avec un zèle aussi désintéressé qu'infatigable; car il n'a jamais fait partie d'aucune administration publique, ni d'aucune entreprise privée.

Ces recherches, exposées de nouveau en 1883, avec des développements les synthétisant et les complétant, dans deux volumes *Sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes oscillantes,* l'ont conduit à imaginer un grand nombre d'appareils, en général très simples, pour élever les eaux ou pour utiliser leur travail, notamment son écluse de l'Aubois, où la force vive acquise par le liquide qui y descend du bief d'amont, ou qui s'en écoule dans le bief d'aval, est très ingénieusement employée à faire monter soit une partie de l'eau d'aval dans l'écluse même, soit une partie de l'eau de l'écluse dans le bief d'amont, et permet d'économiser jusqu'aux huit (et même neuf) dixièmes de l'eau que dépensent les écluses ordinaires.

» La plupart de ses expériences sont justement relatives au mouvement non permanent des liquides dans les tuyaux et ont comme but l'utilisation de cette force vive qu'ils y acquièrent durant les premiers instants de leur écoulement, mais qu'on laisse presque toujours se dissiper en pure perte. Il arrive ainsi, sans l'emploi de pistons, et souvent même de soupapes, soit à élever une assez notable partie d'un liquide plus haut que le réservoir d'où il descend, soit à comprimer dans la portion supérieure d'un second réservoir où se rend ce liquide, de l'air dont la détente sera utilisée à mesure ou ultérieurement (ce qui a fourni le principe des machines à air comprimé qui ont servi, du côté de Bardonèche, au creusement du tunnel du mont Cenis), soit encore, comme dans son écluse de l'Aubois, à produire l'entraînement, par le même liquide passant dans une sorte de trompe, d'assez grandes quantités d'eau empruntées à un réservoir situé plus bas que celui de réception.

» Des résultats si remarquables ne pouvaient manquer d'appeler sur leur auteur l'attention de l'Académie. Aussi lui décerna-t-elle, dès 1839, le prix Montyon de Mécanique, et elle le nomma Correspondant en 1869. A cette dernière date, il était déjà (depuis 1844) Membre de l'Académie des Sciences de Turin. Enfin, l'Académie Royale des *Lincei,* de Rome, se l'adjoignit, en 1883, comme Associé étranger.

» II. Il serait trop long d'entrer ici dans les détails de ses ingénieux appareils. Contentons-nous d'en donner une idée, en décrivant sommairement le premier présenté à l'Académie, celui qui fut récompensé par le prix Montyon et que M. de Caligny appelle le *double siphon oscillant.*

» Du fond d'un réservoir contenant de l'eau en repos part une assez longue conduite, horizontale ou de pente insensible, aboutissant d'autant plus bas que l'on veut élever l'eau davantage; finalement, elle se recourbe

et se continue par un tuyau vertical que nous supposerons, pour simplifier, de même calibre que la conduite, et qui peut s'élever, dans ce cas, non seulement jusqu'à la hauteur du niveau du réservoir d'amont, mais encore presque autant au-dessus. C'est à son sommet qu'on se propose de faire monter et de laisser se déverser tout autour le liquide.

» A cet effet, une soupape, mobile autour d'un axe horizontal et qu'on peut maintenir du dehors, sépare, au début de l'expérience, le tuyau vertical, alors vide, du long tuyau horizontal, occupé par une eau immobile, mais sous pression. La soupape étant, à un moment donné, abandonnée à elle-même, cette eau, la soulevant et devenue libre, commence à monter dans le tuyau vertical; et toute celle que contient la conduite acquiert ainsi, mais seulement peu à peu à cause de sa grande masse, une certaine force vive, qui atteint son maximum à l'instant où le liquide, dans le tube vertical, s'est élevé jusqu'au niveau d'amont. Cette force vive serait capable, sauf les petites pertes dues aux frottements, de porter la colonne liquide ascendante aussi haut au-dessus de son niveau que son point de départ a été plus bas au-dessous; comme elle n'est dépensée qu'en partie au moment où le liquide commence à se déverser supérieurement, le déversement continue jusqu'à ce que s'annule la vitesse lentement décroissante de toute la colonne en mouvement. Or, à ce moment, la soupape retombe par l'effet de son propre poids, et un court tuyau horizontal, qu'elle fermait pendant qu'elle était relevée, s'offre au liquide du tuyau vertical, qui y pénètre, et, acquérant rapidement (vu le peu de masse du fluide ainsi mû) une vitesse sensible, s'y écoule tout à fait en un instant, alors même que le réservoir auquel aboutit ce second tuyau serait un peu plus haut que la soupape. Le liquide contenu dans la conduite horizontale, revenu, pendant ce temps, tout à fait au repos, se remet à osciller en soulevant la soupape, et une nouvelle période d'ascension, avec déversement, recommence.

» M. de Caligny a simplifié de la manière la plus heureuse cet appareil par la suppression de la soupape et du second ou court tuyau horizontal, en rendant légèrement mobile, dans le sens de son axe, le tuyau vertical, qui, alors, après chaque période de déversement à son sommet, se vide par l'étroit espace annulaire laissé libre à sa base, tandis que, durant les périodes d'ascension, il est maintenu adhérent à son siège par un effet de succion analogue à celui qui fait descendre les poutrelles des barrages mobiles.

» Il a pu également, en rétrécissant le haut du tuyau vertical au moyen,

par exemple, d'un cône solide allongé, fixé, la pointe en bas, suivant l'axe de ce tuyau, augmenter la hauteur d'ascension du liquide, de même qu'une onde ou intumescence propagée le long d'un canal s'élève davantage aux points de son parcours où la largeur et la profondeur d'eau se réduisent, et, cela, parce qu'une même quantité d'énergie est transmise à une masse de plus en plus faible. Enfin, il a très ingénieusement diminué la perte de charge causée par le coude qui amène l'eau au tuyau vertical, en divisant le coude, par quelques parois cylindriques minces, parallèles à l'axe courbe, en plusieurs tuyaux contigus, dans lesquels le rapport de la largeur au rayon de courbure de l'axe et, par conséquent, la *raideur* du tournant, se trouvent ainsi beaucoup plus faibles que dans le tuyau total.

» III. Il y a lieu de mentionner encore ici quelques faits intéressants, découverts par M. de Caligny dans diverses sortes de mouvements, surtout oscillatoires, des liquides. Le plus remarquable, qu'il a observé d'abord, vers 1840, au bas d'un siphon renversé, où oscillait de l'eau, en faisant communiquer sa partie inférieure, par un tuyau étroit, avec un petit réservoir latéral où le niveau n'éprouvait que de lentes variations, consiste en ce que la pression moyenne diminue, sur chaque plan horizontal intérieur de l'espace qu'occupe un liquide pesant, lorsque ce liquide se met à osciller. L'Analyse mathématique a montré qu'on aurait pu prévoir ce résultat, non seulement dans le cas du siphon, où elle indique très simplement une diminution de la pression moyenne égale (en hauteur de fluide) au quotient, par la gravité g, du carré moyen de la vitesse de la colonne oscillante durant toute une oscillation simple (1), mais aussi dans le cas beaucoup plus complexe d'une masse liquide remplissant un bassin et agitée par des mouvements de houle ou de clapotis, où elle donne, comme diminution moyenne, le quotient, par g, du carré moyen de la composante verticale des vitesses du liquide au niveau considéré, dans toute l'étendue d'une vague et durant une période complète du mouvement (2).

» Ainsi s'est trouvé découvert, à partir d'une observation très simple, mais suggestive, un fait intéressant, assez caché et pourtant général. L'in-

---

(1) Voir, à ce sujet, pour le cas général où les deux branches du siphon renversé ne sont pas verticales, les pages 427 et 428 du tome de 1823 du *Journal de Mathématiques pures et appliquées* (3e série, t. IX).

(2) On obtient une démonstration presque intuitive de cette proposition, en appliquant le principe des quantités de mouvement, pendant un instant dt et dans le sens vertical, à toute la masse fluide qui recouvre, au commencement de cet instant, un plan horizontal fixe, sur l'étendue d'une vague complète.

génieux hydraulicien en a conclu que l'on pouvait, par des conduits souterrains disposés convenablement, faire écouler vers une mer agitée (mais sans marées sensibles) des eaux tranquilles ayant leur surface un peu au-dessous de son niveau moyen, et assécher de la sorte une plage marécageuse. Il s'en est servi aussi pour expliquer le fait, signalé vers 1840 par la *Société géologique de Londres*, d'un cours d'eau d'une des îles Ioniennes, disparaissant dans un creux du sol, un peu au-dessous du niveau de la mer voisine; mais peut-être faut-il attribuer un tel refoulement local de la mer, surtout à la force vive acquise par le cours d'eau dans sa chute finale.

» M. de Caligny a fait également de nombreuses observations sur la propagation des ondes liquides, soit houleuses, soit solitaires; sur la forme qu'y ont les trajectoires des molécules fluides, sur le mélange de ces ondes, à l'endroit où elles naissent, avec des courants et des contre-courants dus à la manière dont on les produit, mais qui deviennent insensibles à quelque distance; etc.

» Il a encore mesuré, par un procédé analogue à celui de Du Buat, les pertes de charge que cause dans un tuyau un coude brusque de 90°; expérimenté l'écoulement de l'eau dans des ajutages coniques divergents, et reconnu que l'*amorçage* en est plus facile, lorsqu'on a soin de les noyer, que lorsque la veine s'écoule dans l'air; etc.

» IV. En résumé, et bien qu'il n'eût pas toujours donné à ses idées cette forme précise que comporte l'emploi de l'Analyse mathématique, M. de Caligny avait beaucoup vu, beaucoup manié les phénomènes hydrauliques. Il laissera le souvenir d'un esprit doué d'un sentiment très délicat et comme inné de ces phénomènes, surtout de ceux qui, caractérisant les régimes non uniformes et même non permanents des liquides, mettent en jeu leur inertie, et avaient été négligés, comme trop complexes, par le plus grand nombre des hydrauliciens. Il a joint à ce mérite celui, non moins désirable, de rendre sa science éminemment utile à la pratique, grâce aux dispositifs, en général simples, rustiques même malgré leur ingéniosité, qui lui ont permis, tout en évitant les chocs ou coups de bélier, d'utiliser cette force vive, acquise par les liquides dans les abaissements de pression ou de niveau, qu'on laisse si souvent se dissiper en tourbillonnements inutiles, sinon même nuisibles.

» Puissent le souvenir des services qu'il a rendus et l'intérêt que l'Académie témoigne à sa mémoire, adoucir la douleur de ceux qu'il laisse après lui et, en particulier, de sa compagne, Mme la marquise de Caligny, en

qui il avait trouvé le plus dévoué des secrétaires depuis l'époque, déjà ancienne, où l'affaiblissement de sa vue lui avait rendu à peu près impossible de tenir la plume. »

M. **Bertrand** présente au nom de Mme *Dulong*, belle-fille de l'illustre physicien, vingt-cinq Lettres écrites par Berzélius, de 1817 à 1837, qui lui semblent présenter un grand intérêt pour l'histoire de la Science. La confiance est entière entre les deux amis, et Berzélius y juge avec une impartiale curiosité tous les progrès annoncés dans la science physico-chimique, sans oublier les détails les plus intimes de sa vie privée.

Deux minutes, écrites de la main de Dulong, font connaître les réponses aux premières Lettres de Berzélius; notre illustre Confrère y fait le récit de l'impression produite par la découverte d'Oerstedt, et par les premiers travaux d'Ampère sur les phénomènes électrodynamiques. Cette précieuse collection, à laquelle sont jointes plusieurs Lettres d'Ampère, de Geoffroy Saint-Hilaire, de Mirbel, de Cassini, de Biot, etc., a été remise par Mme Dulong à son ami M. Ludovic Lalanne. Nous reproduisons ici la première des Lettres de Berzélius.

« Genève, ce 15 juillet 1819.

» Mon cher Dulong, je suis enfin sorti d'un pays où j'ai passé l'année la plus agréable de ma vie et d'où j'emporte avec moi des souvenirs qui me resteront toujours chers. L'amitié que vous m'avez témoignée, et que je tâcherai de conserver et de mériter, est un des fruits les plus précieux pour moi de mon séjour en France : je vous prie de me la continuer toujours. Je suis à Genève depuis huit jours. Le voyage dans les montagnes d'Auvergne et du Vivarais, nous a pris plus de temps que nous ne crûmes d'abord, en partie par les difficultés de se transporter dans les petites villes et en partie par des jours pluvieux. Nous avons croisé l'Auvergne presque dans toutes les directions : on ne se lasse point de voir une nature si belle, si extraordinaire, et en même temps si parlante de son origine. Je ne croyais pas que les volcans éteints depuis un temps immémorial pourraient présenter des phénomènes aussi faciles à saisir et aussi intéressants. Nous avons visité les sommets de quelques-unes des montagnes les plus hautes, par exemple celui du Puy de Dôme et celui du Puy de l'Angle ou mont d'Or, mais ces promenades m'ont aussi joliment fatigué. Le départ de l'Ardische présente des phénomènes encore plus frappants; je m'imagine qu'il n'y a pas un endroit où les produits des volcans peuvent être étudiés d'une manière

plus commode et plus parfaite qu'aux volcans de Souliot et de Faujac, dont les courants de lave sont sillonnés par les deux rivières d'Ardische et d'Alignon. Je vous conseille de profiter de la première occasion de liberté pour aller le voir; je suis persuadé que vous éprouverez un égal contentement de l'avoir vu que moi. En combinant cette étude avec la lecture du Mémoire de Cordier, sur la composition mécanique des substances volcaniques, les idées s'éclaircissent d'une manière admirable. Dans le Vivarais nous sommes restés pendant trois jours, quatorze heures chaque jour, à cheval, et nous avons fait trente et une lieues de pays; aussi, à la fin de cette promenade, je ne pouvais presque plus marcher par fatigue; mais, après avoir dormi avec peu d'intervalles deux nuits et un jour, tout cela s'était passé. L'exposition continuelle à un soleil qui dans les vallées nous darde d'un feu excessif nous changea de peau dans le visage, et le pauvre M. Almroth eut la figure à plus de moitié exulcérée par cette cause.

» Nous restâmes un jour à Saint-Étienne pour prendre connaissance de l'École des mineurs et du terrain houiller; de là nous nous rendîmes à Lyon, où nous fûmes obligés d'attendre le départ de la diligence pour Genève pendant trois jours. Nous profitâmes de ce temps pour voir les choses remarquables de Lyon, entre lesquelles je dois vous citer une leçon de Chimie par M. le professeur T..., ancien pharmacien de cette ville. Il y avait des choses nouvelles là-dedans qui enrichiront vos connaissances comme elles ont enrichi les miennes. Les voici : les meilleures preuves pour reconnaître la présence de l'arsénique sont les suivantes : prenez une pelle bien chauffée, faites tomber la substance dessus, et tenez à quelque distance un chaudron de cuivre. Il se sublimera une fleur blanche sur le chaudron qui caractérise l'arsénique, parce qu'il n'y a point d'autre oxide métallique qui soit volatil excepté l'oxide d'osmium, mais ce dernier n'a pas l'odeur d'ail comme l'*oxide* d'arsénique. Le professeur fit, en effet, au milieu du salon, tomber un gros d'acide arsénieux sur une pelle chauffée qui produisit une fumée épaisse. On porta ensuite le chaudron couvert de sublimé parmi les auditeurs. La seconde preuve était de produire le vert de Scheele. Le professeur prit une dissolution d'arsénique blanc dans de l'acide muriatique qu'il mêla avec une solution de sulfate de cuivre, il s'extasia sur la beauté de la couleur du sel qui se précipita quoique le liquide restât clair. N'est-ce pas que la Chimie de Lyon est admirable! aussi le gardien du musée de Lyon me disait en confiance que les chimistes de Paris ne valent rien plus, ils sont tous des gens égarés.

» T... eut connaissance le jour après que j'avais entendu sa leçon et il

en fut mortifié, non pas parce qu'il avait dit des telles bêtises, mais parce qu'il ne l'avait pas su pour pouvoir me citer souvent dans sa leçon.

» A Genève, j'ai trouvé mon ancien ami Marcet. Quoi qu'il habite la campagne, nous nous voyons tous les jours. Nous voyons aussi souvent Saussure, Prévost, Pictet, de la Rive et autres. La vie, dans cette république, me plaît infiniment, ainsi que la parfaite égalité politique des citoyens. Certes, si je n'avais point de domicile et s'il m'était donné d'en chercher un, je chercherais Genève avant tout autre endroit que je connais jusqu'ici. Nous avons eu des caricatures chimiques encore ici. Un pauvre bonhomme, pharmacien de profession, nommé P..., vient de faire deux découvertes, l'une d'un acide nouveau qu'il appelle acide *kramérique*, et l'autre d'un métal nouveau qu'il nomme *vulcanium*. Il nous a montré ces nouvelles substances.

» Marcet eut la méchanceté de goûter son acide et de prétendre qu'il n'était pas acide. Ensuite il tira de sa poche une feuille de platine sur laquelle il brûla des parcelles qui n'en furent point altérées; c'était probablement du gypse. Cet acide, dont il nous fit voir un échantillon dissous, qui était acide, a, suivant lui, la propriété que l'acide sulfurique ne précipite point son sel à base de baryte; il est tiré d'une racine appelée *rataniat*. D'après P..., la cendre de cette racine devrait contenir $\frac{1}{16}$ de son poids de cuivre. Le chalumeau n'en indique pas une trace. L'oxyde de vulcanium est blanc, il donne avec le nitrate de cobalt du bleu de Thenard. Arvedson eut la cruauté de prétendre que le muriate de vulcanium n'était que du muriate de soude; effectivement, il ne se laisse pas précipiter par l'addition d'un alcali. Mais n'est-ce pas bien tyrannique de traiter comme ça une découverte communiquée déjà à l'Académie de Lyon et à la Société des curieux de Berlin.

. . . .

» Si vous voyez le Dr Magendie, priez-le de ne pas considérer comme une preuve de manque d'égard et d'intérêt que je n'ai pas pu me faire un moment de loisir pour aller prendre congé de lui : c'est un homme dont je suis jaloux de conserver l'amitié.

» Salut et amitié,

» BERZÉLIUS. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains systèmes d'équations aux dérivées partielles;* par M. **Émile Picard**.

« 1. J'ai l'année dernière (voir *Comptes rendus*, juin 1891) indiqué un point de vue auquel on peut se placer pour généraliser le système d'équations de la théorie des fonctions d'une variable complexe. Chacun sait que si P et Q, P_1 et Q_1 sont deux systèmes de solutions des équations

$$\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial Q}{\partial y}, \qquad \frac{\partial P}{\partial y} = -\frac{\partial Q}{\partial x},$$

P_1 et Q_1 considérées comme fonctions de P et Q satisfont aux équations de même forme

$$\frac{\partial P_1}{\partial P} = \frac{\partial Q_1}{\partial Q},$$
$$\frac{\partial P_1}{\partial Q} = -\frac{\partial Q_1}{\partial P}.$$

» Nous avons donc posé le problème général suivant : Trouver un système de m équations ($m \geqq n$) contenant uniquement les dérivées partielles du premier ordre de n fonctions $P_1, P_2, \ldots, P_n$ dépendant de n variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$

$$f_i\left(\frac{\partial P_1}{\partial x_1}, \ldots, \frac{\partial P_1}{\partial x_n}, \frac{\partial P_2}{\partial x_1}, \ldots, \frac{\partial P_n}{\partial x_n}\right) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, m),$$

et telles que, si l'on considère un second système, d'ailleurs arbitraire, de solutions $Q_1, Q_2, \ldots, Q_n$, les fonctions P considérées comme fonctions des Q satisfassent aux mêmes équations, c'est-à-dire que

$$f_i\left(\frac{\partial P_1}{\partial Q_1}, \ldots, \frac{\partial P_1}{\partial Q_n}, \frac{\partial P_2}{\partial Q_1}, \ldots, \frac{\partial P_n}{\partial Q_n}\right) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, m).$$

» Nous avons montré comment la solution complète de ce problème peut se déduire de la théorie générale des groupes de M. Lie.

» Je remarquerai d'abord qu'on peut élargir encore le problème proposé en supposant d'une manière plus générale que *les dérivées partielles d'ordre quelconque figurent dans les équations*. La formation des équations pourra se déduire des mêmes principes. Prenons, par exemple, le cas de deux variables x et y et de deux fonctions P et Q. On formera de la ma-

nière suivante tout système d'équations renfermant les dérivées partielles de P et Q jusqu'au *second* ordre et jouissant de la propriété indiquée. On prend un *groupe de transformations* relatives à x, y, z, t de la forme

$$\begin{aligned} X &= ax + by, \\ Y &= cx + dy, \\ Z &= Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + az + bt, \\ T &= Dx^2 + 2Exy + Fy^2 + cz + dt. \end{aligned}$$

» Soit p le nombre des paramètres de ce groupe ($p < 10$). On posera

$$\frac{\partial P}{\partial x} = a, \quad \frac{\partial P}{\partial y} = b, \quad \frac{\partial Q}{\partial x} = c, \quad \frac{\partial Q}{\partial y} = d,$$
$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = A, \quad \frac{\partial^2 P}{\partial x\,\partial y} = B, \quad \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = C,$$
$$\frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} = D, \quad \frac{\partial^2 Q}{\partial x\,\partial y} = E, \quad \frac{\partial^2 Q}{\partial y^2} = F.$$

» L'élimination des paramètres entre ces *dix* équations nous donnera un système de $10 - p$ équations, qui seront les équations cherchées.

» 2. Après ces généralités, j'ai voulu traiter complètement le cas de deux et de trois variables, en me bornant au cas, primitivement considéré, où figurent seulement dans les équations les dérivées partielles du premier ordre. Nous ne considérons, bien entendu, comme distincts que des systèmes d'équations qui ne peuvent se ramener les uns aux autres par un changement de fonctions et de variables.

» Pour $n = 2$, on n'a, en dehors des équations de la théorie des fonctions d'une variable complexe, que le seul autre système où λ et k désignent deux constantes

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q}{\partial x} + \lambda \frac{\partial P}{\partial x} &= \lambda \left(\frac{\partial P}{\partial x} - \lambda \frac{\partial P}{\partial y} \right)^k, \\ \frac{\partial Q}{\partial y} + \lambda \frac{\partial P}{\partial y} &= \left(\frac{\partial P}{\partial x} - \lambda \frac{\partial P}{\partial y} \right)^k. \end{aligned}$$

» Ce système est extrêmement simple, puisque l'élimination de Q conduit de suite à l'équation immédiatement intégrable

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} - 2\lambda \frac{\partial^2 P}{\partial x\,\partial y} + \lambda^2 \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0.$$

» 3. Beaucoup plus nombreux sont les systèmes correspondant à $n = 3$. Je les ai tous formés, mais malheureusement il ne paraît pas qu'il y en ait

parmi eux de réellement importants, je veux dire qu'il ne me semble pas que pour aucun d'eux on puisse développer une théorie plus ou moins analogue à celle des fonctions d'une variable complexe. Bornons-nous à indiquer les deux *seuls* systèmes dans lesquels le nombre m des équations est égal à *trois*. Ce sont

$$\frac{\partial R}{\partial x} = 0,$$

$$\frac{\partial R}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial P}{\partial x}\frac{\partial Q}{\partial y} - \frac{\partial P}{\partial y}\frac{\partial Q}{\partial x} = \left(\frac{dR}{dz}\right)^{\mu},$$

μ étant une constante.

» Et, d'autre part,

$$\frac{\partial P}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial R}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial P}{\partial z}\frac{\partial R}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial x}\frac{\partial R}{\partial z} = \left(\frac{\partial Q}{\partial y}\right)^{\mu}.$$

» D'après quelques rapides essais, il me paraît probable que le cas de $n = 4$ pourra conduire à des résultats intéressants, et peut-être y aurait-il aussi à tenter l'étude du cas de $n = 2$, en supposant que les dérivées du second ordre figurent dans les équations. Je dois avouer que le courage me manque pour entreprendre les énormes calculs que nécessitera l'étude complète de ces cas. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Débit des orifices circulaires et sa répartition entre leurs divers éléments superficiels;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Nous pouvons maintenant [1], d'une part, en vertu de la troisième des quatre conditions auxquelles nous savons astreint le mode de distribution $V_0 f(s)$ du débit, poser, dans (15), $V = V_0$, et, d'autre part, substituer l'expression (8) de $\frac{V}{V_0}$ dans la dernière, (1), des mêmes conditions, où l'on aura $\frac{d\sigma'}{\sigma} = \frac{2\pi R' dR'}{\pi R^2} = d\frac{1}{\beta} = -\frac{d\beta}{\beta^2}$, avec β décroissant de 1 à zéro.

(1) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 704.

Il viendra, entre les constantes $c_1, c_2, c_3, \ldots$, les deux équations cherchées

$$(16)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{7}{15}c_1+\frac{157}{15.35}c_2+\frac{803}{15.35.7}c_3+\frac{62417}{15.35.63.11}c_4\\ &\quad+\frac{293327}{27.49.11^2.13}c_5+\frac{1077385}{9.49.11^2.13^2}c_6+\ldots=\frac{3\pi}{4}-c_0,\end{aligned}\right.$$

$$(17)\quad \left\{\begin{aligned} &m=\frac{1}{2}+\frac{1}{8}\int_0^1\Bigg[m+3\left(\frac{1}{2}\right)^2\beta\sum\frac{c_n}{(n+2)(n+3)}+5\left(\frac{1}{2}\frac{3}{4}\right)^2\beta^2\sum\frac{c_n}{(n+3)(n+4)}+\ldots\\ &\quad+(2q+1)\left(\frac{1}{2}\frac{3}{4}\cdots\frac{2q-1}{2q}\right)^2\beta^q\sum\frac{c_n}{(n+q+1)(n+q+2)}+\ldots\Bigg]^2 d\beta,\end{aligned}\right.$$

où l'on sait déjà, par (4), que $c_0=0,632$, et, par (3), que le coefficient de contraction m égale $\sum\frac{c_n}{(n+1)(n+2)}$ ([1]).

» La somme des coefficients de la série qui figure par son carré sous le signe $\int$, dans (17), est évidemment la valeur de cette même série pour $\beta=1$, valeur qui, d'après (8), où il faut faire alors $V=V_0$, est 2. On a donc la relation, très importante pour les calculs suivants,

$$(18)\quad \left\{\begin{aligned} &m+3\left(\frac{1}{2}\right)^2\sum\frac{c_n}{(n+2)(n+3)}+5\left(\frac{1}{2}\frac{3}{4}\right)^2\sum\frac{c_n}{(n+3)(n+4)}+\ldots\\ &\quad+(2q+1)\left(\frac{1}{2}\frac{3}{4}\cdots\frac{2q-1}{2q}\right)^2\sum\frac{c_n}{(n+q+1)(n+q+2)}+\ldots=2.\end{aligned}\right.$$

» II. Cela posé, convenons de garder, dans l'expression (2) de $f(s)$, avec le coefficient c_0 donné, un seul des autres, $c_1, c_2, c_3, \ldots$, savoir, celui qui permettra le mieux de satisfaire aux équations (16) et (17). Essayons donc successivement $c_1, c_2, c_3, \ldots$.

» L'équation (16), où $\frac{3}{4}\pi-c_0=2,3562-0,632=1,7242$, donnera, dans ces divers cas,

$$(19)\quad \left\{\begin{aligned} &c_1=3,6947, && c_2=5,7656, && c_3=7,8909,\\ &c_4=10,0502, && c_5=12,2329, && c_6=14,4320, && \ldots,\end{aligned}\right.$$

([1]) En réduisant, sous le signe $\int$, la quantité entre crochets à son premier terme, et négligeant par conséquent tous les autres, essentiellement positifs d'après leur signification telle qu'elle paraît au second membre de (7), il vient, à la place de l'équation (17), l'inégalité du second degré $m>\frac{1}{2}+\frac{1}{8}m^2$; d'où l'on déduit évidemment $m>2(2-\sqrt{3})$ ou $m>0,536$. Le coefficient de contraction m admet donc, dans toutes les hypothèses possibles, la limite inférieure 0,536, un peu plus avantageuse que celle, 0,5, à laquelle on s'arrête d'ordinaire dans les Traités d'Hydraulique en négligeant le dernier terme de l'équation (1).

et les valeurs correspondantes (3) de m seront

$$(20)\quad \begin{cases} m_1 = 0{,}9318, & m_2 = 0{,}7965, & m_3 = 0{,}7105, \\ m_4 = 0{,}6510, & m_5 = 0{,}6073, & m_6 = 0{,}5737, \quad \ldots \end{cases}$$

» Il reste à calculer le second membre de (17). On trouve, pour la série qui y figure sous le signe $\int$, les expressions respectives

$$(0{,}9318 + 0{,}3099\beta + 0{,}1669\beta^2 + \ldots)^2 = 0{,}8682 + 0{,}5775\beta + 0{,}4071\beta^2 + \ldots,$$

$$\begin{cases} (0{,}7965 + 0{,}2952\beta + 0{,}1722\beta^2 + 0{,}1154\beta^3 \ldots)^2 \\ = 0{,}6344 + 0{,}4703\beta + 0{,}3614\beta^2 + 0{,}2855\beta^3 + \ldots, \end{cases}$$

$$\begin{cases} (0{,}7105 + 0{,}2763\beta + 0{,}1691\beta^2 + 0{,}1179\beta^3 + \ldots)^2 \\ = 0{,}5049 + 0{,}3926\beta + 0{,}3167\beta^2 + 0{,}2610\beta^3 + \ldots, \end{cases}$$

$$(0{,}6510 + 0{,}2585\beta + 0{,}1632\beta^2 + 0{,}1170\beta^3 + 0{,}0893\beta^4 + 0{,}0709\beta^5 + 0{,}0578\beta^6 + \ldots)^2$$
$$= 0{,}4238 + 0{,}3365\beta + 0{,}2793\beta^2 + 0{,}2367\beta^3 + 0{,}2034\beta^4 + 0{,}1767\beta^5 + 0{,}1548\beta^6 + \ldots,$$

$$\begin{cases} (0{,}6073 + 0{,}2428\beta + 0{,}1565\beta^2 + 0{,}1145\beta^3 + 0{,}0890\beta^4 + 0{,}0718\beta^5 \\ \qquad + 0{,}0593\beta^6 + 0{,}0500\beta^7 + 0{,}0428\beta^8 + 0{,}0371\beta^9 + 0{,}0324\beta^{10} + \ldots)^2 \\ = 0{,}3688 + 0{,}2949\beta + 0{,}2490\beta^2 + 0{,}2151\beta^3 + 0{,}1882\beta^4 + 0{,}1662\beta^5 \\ \qquad + 0{,}1479\beta^6 + 0{,}1324\beta^7 + 0{,}1192\beta^8 + 0{,}1078\beta^9 + 0{,}0980\beta^{10} + \ldots, \end{cases}$$

$$\begin{cases} (0{,}5737 + 0{,}2293\beta + 0{,}1498\beta^2 + 0{,}1113\beta^3 + 0{,}0877\beta^4 + \ldots)^2 \\ = 0{,}3291 + 0{,}2631\beta + 0{,}2245\beta^2 + 0{,}1964\beta^3 + 0{,}1742\beta^4 + \ldots, \end{cases}$$

....

» Or la somme des coefficients (tous positifs) des seconds membres, évidemment exprimée, dans chaque cas, par le carré de la série (18), devient, à la limite, le carré, 4, de la valeur de cette série; d'où il suit que la somme totale des coefficients non écrits explicitement aux seconds membres est l'excédent de 4 sur celle des coefficients écrits, au nombre, respectivement, de 3, 4, 4, 7, 11, 5, ..., et qu'elle vaut, dans ces divers cas,

$$2{,}1471, \quad 2{,}2484, \quad 2{,}5248, \quad 2{,}1887, \quad 1{,}9125, \quad 2{,}8127, \quad \ldots.$$

» D'ailleurs, dans le produit, intégré entre les deux limites 0 et 1, des mêmes seconds membres par $d\beta$, les coefficients non écrits, et qui viennent respectivement après celui de β^2, ou de β^3, ou de β^3, ou de β^6, ou de β^{10}, ou de β^4, ..., seraient affectés des diviseurs entiers supérieurs à 3, ou à 4, ou à 4, ou à 7, ou à 11, ou à 5, ...; et il en résulterait, en tout, des intégrales positives, évidemment inférieures, respectivement, à

$$\frac{2{,}1471}{4}, \quad \frac{2{,}2484}{5}, \quad \frac{2{,}5248}{5}, \quad \frac{2{,}1887}{8}, \quad \frac{1{,}9125}{12}, \quad \frac{2{,}8127}{6}, \quad \ldots,$$

ou, après effectuation, à

(21) 0,5368, 0,4497, 0,5050, 0,2736, 0,1594, 0,4688, ...

» L'intégrale définie qui figure dans (17) aura donc pour valeur ce que donnent, multipliés par $d\beta$ et intégrés de zéro à 1, les termes explicitement écrits aux seconds membres ci-dessus, c'est-à-dire

$$0,8682 + \frac{0,5775}{2} + \frac{0,4071}{3}, \quad \text{etc.},$$

ou bien, tous calculs faits,

(22) 1,2927, 1,0614, 0,8720, 0,8366, 0,7890, 0,6195, ...,

augmenté d'une fraction inconnue (mais notable) de l'expression (21) correspondante. Il vient ainsi, dans les quatre premiers cas, des totaux moindres que

$$1,2927 + 0,5368 = 1,8295, \qquad 1,0614 + 0,4497 = 1,5110,$$
$$0,8720 + 0,5050 = 1,3770, \qquad 0,8366 + 0,2736 = 1,1102,$$

et donnant, par suite, au second membre de (17), des valeurs sensiblement inférieures à

$$\frac{1}{2} + \frac{1,8295}{8} = 0,7287, \qquad \frac{1}{2} + \frac{1,5110}{8} = 0,6889,$$
$$\frac{1}{2} + \frac{1,3770}{8} = 0,6721, \qquad \frac{1}{2} + \frac{1,1102}{8} = 0,6388,$$

alors que le premier membre de (17) est respectivement, d'après (20),

0,9318, 0,7965, 0,7105, 0,6510,

et, par conséquent, plus fort. Au contraire, dans les cas qui suivent le cinquième, l'intégrale définie dépasserait de même sensiblement sa partie principale ou explicitement calculée 0,6195, ..., prise seule; et le second membre de (17) excéderait, par suite, d'une manière notable, $\frac{1}{2} + \frac{0,6195}{8} = 0,5774$, ..., alors que, d'après (20), le premier membre 0,5737, ..., est inférieur à cette limite.

» III. Il ne peut donc y avoir égalité approchée des deux membres de (17) que dans le cinquième cas, où l'intégrale définie qui figure au second membre de (17) est la somme de 0,7890 et d'une partie notable, mais inconnue, de $0,1594 = 2(0,0797)$. Appelant θ un nombre compris entre

zéro et 1, écrivons cette partie inconnue $0{,}0797 \pm 0{,}0797\theta$; ce qui donne, pour l'intégrale, $0{,}8687 \pm 0{,}0797\theta$. Et le second membre de (17) devient lui-même

$$(23) \qquad 0{,}6086 \pm 0{,}0100\theta,$$

quantité qui se confond bien, sensiblement, avec le premier membre $m_5 = 0{,}6073$.

» En voyant comment décroissent, sous le signe $\int$ du second membre de (17), les différences des coefficients successifs écrits, 0,3688, 0,2949, ..., 0,0980, de la série en β, on peut augurer que le premier coefficient non écrit serait $0{,}0980 - 0{,}0084 = 0{,}0896$; ce qui donnerait à fort peu près $0{,}0896\beta^{11}$ pour le terme correspondant et réduirait dès lors à

$$1{,}9125 - 0{,}0896 = 1{,}8229$$

la somme des coefficients non écrits. Il en résulterait, pour l'intégrale à calculer, une valeur de la forme

$$0{,}7890 + \frac{0{,}0896}{12} + \frac{1{,}8229}{13}\,\frac{1 \pm \theta}{2} = 0{,}8666 \pm 0{,}0701\theta.$$

Et le second membre de (17) s'écrirait, au lieu de (23),

$$(23\ bis) \qquad 0{,}6083 \pm 0{,}0088\theta,$$

expression où il est certain que θ, quoique inconnu, se trouve notablement au-dessous de sa limite 1, et dont, par conséquent, l'excédent $0{,}0010 \pm 0{,}0088\theta$, sur le premier membre $m_5 = 0{,}6073$, est loin d'atteindre la valeur absolue 0,01. On peut donc regarder l'équation (17) comme très sensiblement vérifiée par l'emploi, dans la formule (2), des deux coefficients $c_0 = 0{,}632$ et $c_5 = 12{,}2329$.

» Une plus grande approximation du second membre de (17) exigerait des calculs assez laborieux.

» IV. En résumé, le débit par unité d'aire, à la distance r du centre d'un orifice circulaire ayant un rayon donné R et sur le bord duquel la formule de D. Bernoulli indique une certaine vitesse V_0, admettra comme expression approchée

$$(24) \qquad \begin{cases} V_0 f\left(\frac{r^2}{R^2}\right) = V_0\left(0{,}632 + 12{,}2329\frac{r^{10}}{R^{10}}\right)\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right), \\ \text{ou} \quad V_0 f(s) = V_0(0{,}632 + 12{,}2329 s^5)(1 - s). \end{cases}$$

» En même temps, le coefficient de contraction m sera très sensible-

ment 0,6073, ou plutôt un peu moins, vu l'existence de petits frottements, négligés ici, qui, pour la vitesse $0,632\,V_0$ *observée* au centre, doivent réduire légèrement le débit vers les bords. Or cette valeur théorique, $m = 0,6$ environ, se trouve bien d'accord avec le coefficient expérimental de débit $m = 0,598$, obtenu par M. Bazin [1].

» D'après (24), la dérivée $f'(s)$, divisée par 12,2329, est

$$-6s^5 + 5s^4 - 0,051664.$$

On voit, sur sa propre dérivée $-10s^3(3s-2)$, que, de $s=0$ à $s=\frac{2}{3}$, elle croît, pour décroître ensuite : négative de $s=0$ à $s=0,36903$, elle est positive de $s=0,36903$ à $s=0,81370$, et, de nouveau, négative au delà de $s=0,81370$. Donc, le débit par unité d'aire (24), ou composante de la vitesse suivant la normale au plan de l'orifice, décroît lentement, autour du centre (par suite de l'inclinaison de plus en plus grande des filets), jusqu'à la distance $\imath = \sqrt{0,36903}\,R = 0,6075\,R$, où elle atteint son minimum $0,45160\,V_0$. Au delà, l'influence de l'accroissement de vitesse, dû aux diminutions de pression qu'entraînent les forces centrifuges, l'emporte sur celle de l'inclinaison ; et le débit par unité d'aire grandit, jusqu'à la distance $\imath = \sqrt{0,81370}\,R = 0,90205\,R$ au centre, où elle atteint son maximum $0,93065\,V_0$. Aux distances supérieures, l'influence des inclinaisons de plus en plus fortes des filets l'emporte de nouveau, pour réduire finalement à zéro le débit $V_0 f(1)$ sur le bord, où, cependant, la vitesse d'écoulement atteint son maximum V_0. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le fer natif de Cañon Diablo.*
Note de M. **Mallard**.

« Au mois de mars 1891, des fragments de fer natif furent trouvés dans l'Arizona près de Cañon Diablo, à 300^{km} environ au nord de Tucson

(1) On sait que les orifices très petits donnent des coefficients de débit plus forts, à cause, sans doute, d'un effet de capillarité ou d'adhérence de la couche superficielle de la veine sur l'étroite paroi cylindrique de l'orifice, effet propre à rapprocher la veine elle-même de cette forme cylindrique et à diminuer par conséquent la contraction. Mais son influence devait être complètement insensible dans l'orifice de $0^m,20$ de diamètre dont M. Bazin mesurait le débit ; car des observations d'ingénieurs américains sur des orifices circulaires de diamètres beaucoup plus grands encore, et atteignant jusqu'à $0^m,60$, ont également fourni des coefficients de débit très voisins de 0,6.

et à 400^{km} à l'ouest d'Albuquerque (New Mexico). Un habile minéralogiste et marchand de minéraux de Philadelphie, M. Foote, qui avait exposé, en 1889, une remarquable collection des minéraux de l'Amérique du Nord, alla visiter la localité et trouva une grande quantité de blocs de fer métallique épars sur le sol. Un de ces échantillons fut soumis à l'examen de M. le professeur Kœnig et l'ouvrier, chargé de le tailler, le trouva d'une excessive dureté; la meule à émeri avait été mise hors de service. En examinant la surface mise à nu, M. Kœnig constata l'existence de petites cavités remplies d'une matière noire et contenant des diamants dont l'un avait $0^{mm},5$ de diamètre et rayait le corindon avec une extrême facilité. Cet échantillon de diamant fut malheureusement perdu.

» Le fer, vraisemblablement météorique, contenait seulement 3 pour 100 de nickel; la matière noire qui accompagnait le diamant semblait être du carbure de fer.

» M. Eckley Coxe, un des ingénieurs des Mines qui dirigent avec le plus de distinction l'exploitation des gîtes combustibles aux États-Unis, et qui veut bien ne pas oublier qu'il a été l'un des élèves de notre École des Mines, a eu l'heureuse idée d'enrichir sa collection, outre de nombreux minéraux des plus curieux, de plusieurs échantillons du fer natif récemment recueilli dans l'Arizona, et dont l'un n'a pas moins de 100^{kg}. Il y a quelques jours, il a mis le comble à sa générosité en nous envoyant un autre échantillon du même fer des plus remarquables et que je crois devoir, sans attendre un examen plus détaillé, mettre sous les yeux de l'Académie. C'est un morceau de fer, poli sur une de ses faces, et montrant des cavités remplies d'une matière noire peu dure, pénétrée elle-même d'une matière métallique.

» Dans deux de ses cavités, des grains noirâtres, d'un diamètre de $0^{mm},5$ à 1^{mm} font saillie sur la matière noire du remplissage; ils semblent arrondis et noirs; ils rayent le corindon avec une très grande facilité; je me suis assuré qu'ils rayent même des clivages de diamant blanc. Ces grains, assez nombreux, paraissent donc être incontestablement du diamant noir ou carbonado.

» Le fer natif de Cañon Diablo semble bien être d'origine météorique. Cependant, M. Foote signale, à 3^{km} environ au nord-ouest du point où les gros fragments de cette substance sont épars à la surface du sol, l'existence d'une singulière élévation, dite *Crater Mountain*, qui s'élève de 132^{m} au-dessus de la surface du sol, et dont la partie centrale est occupée par une cavité de près de $1^{km},2$ de diamètre, dont les parois, for-

mées par des grès et des calcaires, sont inclinées de 35° à 40°. Le fond de cette excavation lui a paru être à une vingtaine de mètres au-dessous de la surface de la plaine environnante. Malgré un examen attentif, M. Foote n'a trouvé dans le voisinage aucune roche volcanique. La direction partant de l'axe du cratère et allant rejoindre, à 3^{km} de là, les gros blocs, est jalonnée par de petits fragments de fer en partie décomposés.

» On pourrait donc se demander si les blocs de fer n'auraient pas pu être rejetés par un cratère d'explosion. Cette question ne peut être résolue que par une visite attentive des lieux.

» Quelle que soit la solution définitive, l'existence du diamant au milieu du fer natif, qu'il soit ou non d'origine météorique, paraît définitivement établie. Ainsi se trouvent pleinement justifiées les considérations si importantes présentées par M. Daubrée au sujet de l'origine du diamant dans les gîtes de l'Afrique centrale.

» L'étude attentive du fer natif de Cañon Diablo sera poursuivie, mais j'ai cru que, dès maintenant, l'Académie prendrait intérêt à l'examen de l'échantillon que l'École des Mines doit à la générosité de M. Eckley Coxe et dont l'importance scientifique est considérable. »

M. **Daubrée** présente quelques observations à la suite de la Communication de M. *Mallard*.

« Il est, en effet, fort à désirer que la localité de l'Arizona où le fer natif vient d'être découvert soit bientôt explorée avec un soin exceptionnel, de telle sorte que l'on sache si ce fer diamantifère est ou n'est pas en connexion avec la petite montagne cratériforme signalée dans son voisinage.

» M. Nordenskiöld et d'autres explorateurs dévoués et courageux nous ont fait connaître l'étroite parenté des masses de fer natif du Groenland avec les éruptions basaltiques, si puissantes dans toute cette région. Les géologues des États-Unis, qui ont donné tant de preuves de leur activité et de leur énergie, ne seront sans doute pas moins empressés de nous éclairer relativement à l'importante découverte qui vient de se faire sur leur sol.

» Que le diamant contenu dans le fer natif de l'Arizona provienne des espaces célestes, ou qu'il soit d'origine terrestre, il est destiné à jeter du jour non seulement sur l'origine de la plus mystérieuse des espèces minérales, mais aussi sur un problème d'un ordre très élevé, relatif à la formation même de notre globe. »

PHYSIQUE. — *Sur les spectres électriques du gallium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Quand on fait éclater l'étincelle (non condensée) d'une bobine à long fil à la surface d'une solution de chlorure de gallium, on obtient un spectre comprenant les deux raies violettes caractéristiques et une large bande verte, très nébuleuse, qui paraît être due à l'oxyde de gallium. C'est le spectre que j'ai déjà décrit, mais dont je rappelle ici la composition afin de permettre d'établir une comparaison entre les spectres du gallium produits par les diverses espèces d'étincelles.

Solution de chlorure de gallium. Bobine à long fil.

Mon micromètre.	λ.	
129,75 env.	509,04.	Commencement indécis d'une bande ayant son maximum de lumière placé à peu près sur son centre. Intensité généralement modérée, mais facilement visible avec une solution concentrée de Ga^2Cl^6. Cette bande porte plusieurs raies nébuleuses et peu distinctes.
133,00 env.	502,33.	Maximum de lumière.
136,50 env.	495,50.	Fin vague.
α 193,67	417,04.	Raie étroite. *Forte* (¹).
β 208,78	403,19.	Raie étroite. Bien marquée, mais beaucoup moins que 193,67.

» Si la même bobine à long fil est mise en communication avec un condensateur et si l'on tire l'étincelle sur du gallium métallique, on obtient un spectre bien plus complexe, quoique ne contenant plus la bande nébuleuse 133,00. Les deux raies étroites violettes sont toujours belles, mais leur éclat a plutôt diminué. Il n'est pas nécessaire d'employer une grande bouteille de Leyde ; quelques centimètres carrés de surface condensante suffisent avec la bobine à long fil de $0^m,30$. J'ai successivement opéré dans l'air, dans l'acide carbonique et dans l'hydrogène, afin d'éviter autant que

(¹) Pour les raies 193,67 et 208,78, j'adopte ici les moyennes entre les mesures de MM. Delachanal et Mermet et les miennes. Je ferai d'ailleurs remarquer que mon instrument, anciennement construit, ne permet pas d'obtenir un degré d'exactitude comparable à celui qu'on réalise souvent aujourd'hui dans la mesure des λ. Mes nombres ne doivent donc être considérés que comme seulement très approchés.

possible que des raies du gallium fussent masquées par les raies très vives que fournissent les gaz soumis à l'action des étincelles condensées. Cependant une raie du gallium qui existerait au voisinage de la raie rouge de l'hydrogène aurait pu m'échapper, car il est difficile d'opérer pratiquement dans des gaz absolument secs et la raie rouge de H s'élargit notablement sous l'influence du condensateur.

Gallium. Étincelle condensée.

	Mon micromètre.	λ.	
	85,94 env.	645,27.	Raie étroite. Assez facilement visible. Tombe bien près de la principale raie de l'étain (Sn = λ = 645,2, Thalén), mais ne paraît cependant pas appartenir à Sn, car le chlorure du Ga employé ne précipitait pas par H^2S. Après traitement prolongé par H^2S, le gallium fut régénéré et donna la raie 85,94 avec la même intensité relative.
ζ	86,81 env.	641,24.	Raie étroite. Très bien marquée. Beaucoup plus forte que 85,94.
	87,26 env.	639,23.	Raie étroite. Assez faible à nulle. Cette raie ne se voit nettement que lorsque la surface du condensateur est extrêmement petite.
β	88,80	632,67.	Raie étroite. Assez forte. Très notablement plus forte que 86,81.
x	97,01	599,49.	Raie étroite. Assez bien marquée. Gagne sensiblement en éclat relatif quand la surface du condensateur augmente.
θ	101,19	585,15.	Raie étroite. *Bien marquée*. Un peu plus faible que 86,81. Gagne à l'accroissement du condensateur; arrive même ainsi à dépasser un peu 86,81.
	102,64 env.	580,14.	Raie étroite ou légèrement nébuleuse. Assez faible ou très modérée. Gagne un peu par accroissement du condensateur. Tombe près d'une forte raie de l'étain (Sn = λ = 579,8, Thalén), mais ne paraît pas appartenir à Sn, vu la purification du Ga par H^2S et parce qu'une petite différence de position d'avec la raie Sn a été constatée par comparaison directe des deux raies.
ε	114,82 env.		Bord gauche, très nébuleux, du maximum de lumière. Se dégrade encore jusque vers 114.
ε	115,30	542,89.	Milieu du maximum de lumière d'une grosse raie, ou petite bande, très bien marquée. Cette position varie légèrement avec l'intensité de la lumière.
ε	115,78 env.		Bord droit du maximum de lumière. Un peu nébuleux.

	Mon micromètre.	λ.	
η	117,01 *env.*		Bord gauche, très nébuleux, du maximum de lumière. Se dégrade encore notablement vers la gauche.
η	117,58	536,95.	Milieu du maximum de lumière d'une grosse raie, ou petite bande *bien marquée,* mais sensiblement moins forte que 115,30. Cette position varie légèrement avec l'intensité de la lumière.
η	117,93 env.		Bord droit du maximum de lumière. Un peu nébuleux.
	118,76 env.	533,97.	Raie nébuleuse. Un peu liée à G avec la bande 117,58 et légèrement dégradée à droite. Facilement visible, mais beaucoup plus faible que 117,58.
	124,17	521,26.	Raie *nébuleuse.* Assez facilement visible. Un peu moins vive que 118,76, mais plus grosse. Moins large que 117,58.
	134,50 env.	499,33.	Raie étroite. Facilement visible. N'est pas à Pb, non plus qu'à Bi, vu l'absence des principales raies de ces métaux. Ne se voit pas dans l'hydrogène avec des électrodes de platine ou d'or, sans gallium.
γ	141,54 env.	486,46.	Raie étroite, ou à peine nébuleuse. *Très bien marquée* ou assez forte. N'est pas à l'hydrogène, vu la différence de position constatée par comparaison directe (H = 486,1) et vu la différence d'aspect dans les conditions de l'expérience.
	174,35 env.	438,22.	Raie *nébuleuse.* Large de $0^{d},90$ environ de mon micromètre. Légèrement dégradée à D et G. Facilement visible. Gagne en intensité relative avec l'accroissement du condensateur. Avec une très faible condensation, devient beaucoup moins marquée que 124,17. A été vue presque étroite dans une atmosphère d'hydrogène.
δ	184,58 *env.*		Bord gauche, *nébuleux* mais pas vague, d'une bande d'intensité presque uniforme. Légèrement dégradée à D et à G. Devient moins large dans l'hydrogène et se résout alors presque entièrement en deux raies nébuleuses écartées de $\frac{2}{3}$ à $\frac{3}{4}$ de division (de mon micromètre) et centrées à peu près sur le milieu de la bande. La raie de G est légèrement plus forte que celle de D.
δ	185,51 env.	425,58.	Milieu. Cette bande, *très bien marquée,* est très apparente à cause de sa largeur.
δ	186,44 *env.*		Bord droit *nébuleux,* mais pas vague.
α	193,67	417,04.	Raie étroite. Assez forte, ou forte.
ι	208,78	403,19.	Raie étroite, ou légèrement nébuleuse. Bien marquée.

» Soumis à l'action des étincelles de la bobine à court fil de M. Demarçay, le gallium métallique fournit un spectre qui diffère beaucoup de celui qu'on obtient avec la bobine à long fil armée du condensateur; car, en dehors des deux raies violettes 193,67 et 208,78, on ne voit plus que deux raies un peu saillantes, savoir : 86,81 et 87,26, mais cette dernière raie, si faible dans l'étincelle condensée, est ici très facilement visible. La raie assez forte β 88,80 de l'étincelle condensée se trouve, au contraire, réduite à une faible intensité. Enfin, il y a, dans le vert, une raie nébuleuse qui paraît appartenir au gallium et que je n'ai pas observée avec l'étincelle condensée. Cette raie tombe entre les raies 117,58 et 118,76 décrites plus haut.

Gallium. Bobine Demarçay.

Mon micromètre.	λ.	
δ 86,81 env.	641,24.	Raie étroite. Facilement visible.
γ 87,26 env.	639,23.	Raie étroite. Très facilement visible. Notablement plus forte que 86,81.
88,80	632,67.	Raie étroite. Assez faible et même parfois très faible.
ε 118,15	535,51.	Raie nébuleuse. Assez grosse ($\frac{1}{3}$ de division ENV.). Assez faible, ou modérée quand le Ga est oxydé, mais *facilement visible* quand le métal est propre.
α 193,67	417,04.	Raie étroite. *Forte.*
β 208,78	403,19.	Raie étroite. Assez forte.

» On voit quels curieux changements le spectre du gallium subit quand on fait varier la nature de l'étincelle. Comme des changements analogues se produisent, d'une façon plus ou moins remarquable, avec presque tous les corps, il est bien nécessaire de définir les conditions dans lesquelles on a obtenu les spectres électriques. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de *dom Pedro d'Alcantara*.

Cette Commission doit comprendre trois Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques et trois Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques. Le Président en exercice en fait partie de droit.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

Pour les Sections de Sciences mathématiques : MM. Hermite, Maurice Lévy, Mascart;

Pour les Sections de Sciences physiques : MM. Pasteur, Friedel, Berthelot.

En conséquence, la Commission se composera de M. **d'Abbadie**, Président en exercice, et de MM. **Hermite, Maurice Lévy, Mascart, Pasteur, Friedel, Berthelot.**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de 1892.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Bréant. — Commission permanente composée des Membres de la Section de Médecine et de Chirurgie : MM. Marey, Charcot, Brown-Séquard, Bouchard, Verneuil.

Prix Godard. — MM. Bouchard, Verneuil, Charcot, Brown-Séquard, Marey réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Sappey.

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Chatin, Verneuil, Charcot, Duchartre réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et Marey.

Prix Lallemand. — MM. Charcot, Bouchard, Brown-Séquard, Ranvier, Chauveau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Verneuil.

Prix Bellion. — MM. Bouchard, Charcot, Verneuil, Larrey, Brown-Séquard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Milne-Edwards.

Prix Mège. — MM. Bouchard, Charcot, Verneuil, Brown-Séquard, Marey réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et Larrey.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur une méthode pour la détermination des éléments mécaniques des propulseurs hélicoïdaux.* Mémoire de M. **S. Drzewiecki**, présenté par M. Léauté. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Resal, Sarrau, Léauté.)

« Dans le Mémoire ci-joint, j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie une méthode de détermination des éléments mécaniques d'hélices propulsives, basée sur la considération du rapport qui relie les valeurs des composantes (tangentielle et normale à la trajectoire) de la résistance éprouvée par un plan qui se meut dans un milieu fluide au repos, en faisant avec la direction du mouvement l'angle d'incidence pour lequel le rapport des composantes est minimum.

» Soient : α cet angle d'incidence optimum, f la composante tangentielle de la résistance dont la composante normale est P; nous désignons par μ le rapport minimum $\frac{f}{P}$ pour l'incidence α. Considérons un point du rayon Z, perpendiculaire à XX et solidaire avec cet axe, à la distance ρ de XX. Le rayon Z tourne autour de XX à raison de n tours à la seconde, pendant que l'axe lui-même se déplace dans le sens de sa longueur avec une vitesse uniforme V. Le point considéré décrira dans l'espace une trajectoire hélicoïdale, inclinée sur la génératrice du cylindre d'un angle β dont la tangente sera $\tang\beta = \frac{2\pi n\rho}{V}$. Sur le rayon Z, à la distance ρ du centre de rotation, supposons un élément plan incliné sur la tangente à la trajectoire hélicoïdale de l'angle α, de façon que l'angle du plan avec la génératrice du cylindre soit $(\beta - \alpha)$. Pendant le mouvement, l'élément plan rencontrera les particules fluides sous l'incidence optima α et éprouvera une résistance qui se décomposera suivant ses deux composantes P et f, reliées par la relation $f = \mu P$. Projetant ces composantes sur les axes X et Y, et prenant le rapport du travail utile au travail moteur, on trouve l'expression du coefficient de rendement $K = \frac{\tang\beta - \mu}{(1 + \mu \tang\beta)\tang\beta}$, dont le maximum $K_m = \frac{1}{(\mu + \sqrt{\mu^2 + 1})^2}$ correspond à $\tang\beta = \mu + \sqrt{\mu^2 + 1}$.

» Faisant varier les valeurs de $\tang\beta$, qui sont proportionnelles aux longueurs ρ, on trouve les longueurs limites r_0 et r_1, entre lesquelles le

rendement moyen n'est pas inférieur à une quantité donnée. C'est entre ces limites que devra être comprise la longueur de l'aile. La surface de la palette sera engendrée par la succession, le long du rayon Z, de lignes hélicoïdales faisant avec les hélices des trajectoires l'angle optimum α.

» Cette surface aura un pas variable exprimé par l'équation

$$H = \frac{2\pi\rho(V + 2\pi n\rho \tan\alpha)}{2\pi n\rho - V\tan\alpha},$$

dont le minimum, $H_m = \frac{V}{n}\left(2\tan\alpha\sqrt{1+\tan^2\alpha} + 2\tan^2\alpha + 1\right)$, correspond à une distance du centre $r_m = \frac{V}{2\pi n}\left(\tan\alpha + \sqrt{1+\tan^2\alpha}\right)$.

» Afin de déterminer la fraction de pas correspondante aux différentes longueurs ρ ou aux diverses valeurs de $\tan\beta$, il faut partir de la formule empirique qui donne la valeur de la résistance normale d'un plan de surface $l\,d\rho$ rencontrant le fluide sous l'incidence optima à une vitesse V'; on a $P = l\,d\rho V'^2\lambda$, où λ est un coefficient déterminé par l'expérience. Cette équation donne la longueur de la bande transversale de la palette, rectifiée sur le plan tangent au cylindre, en fonction de la poussée normale qui correspond à une bande de la surface. Afin de déterminer P, on peut prendre comme condition que les poussées transversales, dans un plan perpendiculaire à l'axe, doivent être uniformément réparties le long du rayon Z. Alors, déduisant la valeur du couple moteur de celle du travail résistant connu, et sachant que la résultante des poussées sera appliquée au milieu de la longueur $r_1 - r_0$, on déduit la valeur de la résultante des poussées transversales; on trouve ainsi la valeur de la poussée élémentaire, qui est la somme des projections de P et de f sur l'axe Y : on en tire la valeur de P, qu'on substitue dans l'expression de l, et l'on trouve $l = \frac{R\cos\beta}{K\pi n(r_1^2 - r_0^2)V\lambda(1+\mu\tan\beta)}$, où R est la résistance à l'avancement du système, dans le sens XX, à la vitesse V, divisée par le nombre de palettes; K est le coefficient de rendement moyen déterminé plus haut.

» On peut encore, pour la détermination de l, se donner comme condition que ce soient les poussées longitudinales parallèles à XX, qui devront être uniformément réparties le long de Z; par un raisonnement analogue au précédent, on arrive à trouver

$$l = \frac{R\cos\beta}{(r_1 - r_0)V^2\lambda(\tan\beta - \mu)}\ (^1).$$

(1) Il y aurait encore d'autres moyens pour déterminer l; en admettant, par

» Les valeurs de l calculées par un de ces moyens constituent la fraction de pas à des distances du centre déterminées par les valeurs de $\tang\beta$.

» Toute notre méthode repose, on le voit, sur la connaissance exacte de trois valeurs, α, μ et l. Il serait très désirable de déterminer par des expériences directes ces coefficients si importants.

» Pour l'air, les calculs basés sur des expériences empiriques ([1]) et les récentes expériences du professeur Langley permettent d'admettre $\mu = 0,044$ pour un angle d'incidence $\alpha = 1°50'$. En prenant ces valeurs on trouve pour l'air $K_m = 0,915$ et le rendement moyen $K = 0,90$ dans les limites de $\tang\beta_0 = 0,5$ et $\tang\beta_1 = 2$. Pour l'air, on peut admettre que $l = 0,1124$ ([2]). On peut donc déterminer facilement tous les éléments d'une hélice dans l'air pour des conditions de fonctionnement données *a priori*. Pour l'eau, les expériences directes manquent encore; cependant on a lieu de supposer, jusqu'à preuve du contraire, que $\mu = 0,08$ pour $\alpha = 3°$ environ; dans ce cas, pour l'eau, le rendement maximum sera $K_m = 0,852$ et le rendement moyen $K = 0,84$ entre les limites $\tang\beta_0 = 0,6$ et $\tang\beta_1 = 2,7$. On peut aussi admettre comme probable la valeur de $\lambda = 18$.

» On voit qu'il est possible, par la méthode proposée, de déterminer tous les éléments des hélices propulsives et d'arriver à calculer des propulseurs dont les rendements seront supérieurs à ceux atteints jusqu'à ce jour. »

---

exemple, que les poussées transversales vont en augmentant suivant une loi simple exprimée par $\Delta(\rho + 1)\,d\rho$. On déterminerait d'abord la valeur des coefficients Δ qu'on trouverait par l'équation

$$\Delta\left(\frac{r_1^2 - r_0^2}{2} + r_1 - r_0\right) = \frac{RV}{K 2\pi n A},$$

où A est l'expression de la distance de l'axe de rotation au point d'application de la résultante des poussées transversales

$$A = r_0 + \frac{(r_1 - r_0)(2r_1 + r_0 + 3)}{3(r_1 + r_0 + 2)}.$$

Ayant déterminé Δ, on le remplacera dans l'expression de la poussée élémentaire transversale et, comme pour le premier cas, on déduira

$$l = \frac{\Delta(V\tang\beta + 2\pi n)\cos\beta}{2\pi n V^2 \lambda(1 + \mu\tang\beta)}.$$

([1]) S. Drzewiecki, *Les oiseaux considérés comme des aéroplanes animés*, p. 23.

([2]) *Ibid.*, p. 21.

M. **Escary** adresse une Note ayant pour titre : « Nouvelle forme des intégrales des aires ».

(Renvoi à l'examen de M. Tisserand.)

M. **A. Cantaloube** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Influence du Soleil et de la Lune sur les dépressions et les sommets atmosphériques de l'Atlantique nord ».

(Commissaires : MM. Faye, Mascart.)

M. le **Directeur des services de la Compagnie des Messageries maritimes** adresse à l'Académie un Rapport de M. *Trocmé*, commandant du paquebot *le Peïho*, sur un cyclone essuyé par ce navire les 12 et 13 février dernier, dans les parages de l'île Maurice.

(Commissaires : MM. Faye, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. **Hermann Hellriegel**, nommé Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Simon Duplay** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Richet.*

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *A. Mouchot*, intitulé : « Les nouvelles bases de la Géométrie supérieure (Géométrie de position). » (Présenté par M. Darboux.)

2° Une brochure de M. *C.-V. Boys*, ayant pour titre : « Bulles de savon », traduit de l'anglais par M. *Ch.-Ed. Guillaume*. (Présenté par M. Cornu.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète a 1892 (Swift, mars 6), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*, par M. G. Bigourdan. Communiquées par M. Mouchez.

« Quoique peu élevée sur l'horizon, cette comète s'aperçoit très facilement à l'œil nu, car elle paraît ainsi comme une étoile de 4ᵉ grandeur, un peu diffuse et sans queue. Dans une lunette, même très faible, on aperçoit une queue extrêmement pâle, opposée au Soleil, et d'environ 30′ de long. La tête est formée par un noyau brillant, de 10″-15″ de diamètre, très mal défini dès qu'on l'examine avec un grossissement un peu fort, et qui se détache fortement sur la nébulosité. Celle-ci, qui est très diffuse, a 6′ de diamètre et son éclat décroît graduellement depuis le noyau jusqu'au bord. Le 30 et le 31 mars le noyau a paru présenter une phase qui devenait assez sensible quand on le bissectait avec un fil pour faire les mesures.

Dates 1892.		Étoiles.	Grandeur.	Comète — Étoile. ΔR.	Comète — Étoile. ΔD.	Nombre de compar.
				m s	′ ″	
Mars 29......	*a*	5567 BD — 9	8,5	—0. 4,25	—5.35,2	20.20
30......	*b*	5483 BD — 8	9,5	—0.10,91	+4.48,5	16.16
31......	*c*	5428 BD — 7	9,2	+0.21,79	—4.39,4	12.12
31......	*d*	5429 BD — 7	9,1	+0.19,27	—1.25,1	12.12
Avril 1......	*e*	5633 BD — 6	9,5	+0. 7,66	—3.21,8	24.24
2......	*f*	5435 BD — 5	9,5	+0. 5,24	+5.50,6	20.20
3......	*g*	Anonyme	10	+0.20,00	—4. 0,0	12.12
4......	*h*	5123 BD — 3	8,5	—0.13,74	—7. 0,9	20.20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 29.....	*a*	20.39.35,33	—0,63	—9.31.42,7	—10,4	Weisse₁ (955)
30.....	*b*	20.43.39,8	—0,62	—8.38.35	—10,6	BD
31.....	*c*	20.47. 1,94	—0,61	—7.26. 8,3	—10,8	Weisse₁ (1150)
31.....	*d*	20.47. 5,14	—0,61	—7.25.38	—10,8	C. Rümker
Avril 1.....	*e*	20.51.10,8	—0,61	—6.24.10	—11,0	B. D.
2.....	*f*	20.55. 3,4	—0,60	—5.29.59	—11,1	B. D.
3.....	*g*	20.58.38,7	—0,59	—4.18.13	—11,3	Pos. approchée
4.....	*h*	21. 3. 2,47	—0,60	—3.10.21,5	—11,5	Schjellerup (8514-5-6)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 29.......	16.30.18	20.39.30,45	$\bar{1}$,504	−9.37.28,3	0,851
30.......	16.24.27	20.43.28,3	$\bar{1}$,511	−8.33.57	0,848
31.......	16.16.44	20.47.23,12	$\bar{1}$,521	−7.30.58,5	0,843
31.......	16.33.40	20.47.23,80	$\bar{1}$,514	−7.27.14	0,845
Avril 1.......	16.18.38	20.51.17,9	$\bar{1}$,515	−6.27.43	0,842
2.......	16.10.24	20.55. 8,0	$\bar{1}$,525	−5.24.20	0,834
3.......	16. 8.42	20.58.59	$\bar{1}$,526	−4.21	0,835
4.......	16.26. 5	21. 2.48,13	$\bar{1}$,504	−3.17.33,9	0,833

» *Remarques.* — Mars 30 : La tête a 6′ environ de diamètre, et le noyau ressort fortement. La queue, qui est excessivement pâle, a 20′ de long environ et est dirigée vers $p = 263°$. Quand on bissecte le noyau avec un fil de 7″ de diamètre on s'aperçoit que ce noyau est dissymétrique et que la partie la plus brillante est du côté de la queue.

» Avril 2 : Même aspect général. La queue, très pâle et de 30′ de long, est dirigée vers $p = 274°$.

» Avril 3 : On ne saisit pas de dissymétrie dans le noyau. Longueur de la queue : 30′ environ.

» Les observations précédentes, faites par angle de position et distance, sont chacune des moyennes de plusieurs observations individuelles complètes, déduites de 4 pointés d'angle et de 4 pointés de distance. On n'a pas donné séparément les résultats individuels afin de ne pas trop étendre cette Note; mais il a paru utile de diviser ainsi l'observation de chaque jour afin de pouvoir calculer la précision des résultats et de reconnaître la grandeur des erreurs systématiques qu'ont pu produire la phase du noyau et l'éclairage du fond du champ, très variable d'une observation à l'autre par suite du crépuscule.

» L'observation du 1er avril résulte ainsi de 6 observations complètes qui, réduites au même instant au moyen du mouvement de la comète conclu des observations de la veille et du lendemain, ont donné les valeurs individuelles suivantes de *comète — étoile :*

	m s	′ ″
	+ 0.7,69	− 3.20,9
	7,70	21,3
	7,69	21,9
	7,61	22,6
	7,65	21,8
	7,61	22,1
Moyennes........	+ 0.7,66	− 3.21,8

ASTRONOMIE. — *Observations des nouvelles planètes (Wolf, 28 mars 1892), (Charlois, 1er avril 1892) faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est)*; par Mlle **D. Klumpke**, communiquées par M. Mouchez.

Dates 1892.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Planète—Étoile. ΔR.	Planète—Étoile. ΔD.	Nombre de comparaisons.
			m s		
Mars 31..	a = 2451 BD + 6° = 307 Weisse	9,0	+0. 0,55	−8.47,5	8:6
Avril 1..	b = 2448 BD + 6° = 291 Weisse	8,1	−0.12,63	−8. 1,5	8:6
2..	c = anonyme rapportée à 291 W.	12,0	−0.30,23	+3. 6,8	8:6
2..	d = 3885 BD − 15° = 11188 Arg. OE.	7,7	−0.50,43	+5.55,0	10:4

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s			
a..	11.20. 8,07	+1,17	+ 6°.20′.32″,7	−5″,7	Weisse.
b..	11.19.36,90	+1,17	+ 6.19.57,6	−5,7	»
c..	11.19. 3,53	+1,16	+ 6. 8.50,9	−5,7	rapportée à 291 W.
d..	14.21.29,87	+1,30	−15.19.37,0	−9,6	Arg. OEltzen.

» L'étoile anonyme c a été rapportée à l'équatorial à 291 Weisse; on a trouvé :

$$\Delta R \star C - \star W = -0^m 33^s,37, \qquad \Delta D = -11'6'',7.$$

Positions apparentes des planètes.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s			
Mars 31..	11.42.34	11.20. 9,79	$\bar{1}$,020	+ 6°.11′.39″,5	0,781
Avril 1..	9.52.13	11.19.25.44	$\bar{2}$,878$_n$	+ 6.11.50,4	0,780
2..	11.56.37	11.18.34,46	$\bar{1}$,193	+ 6.11.52,0	0,783
2..	14.13.25	14.20.40,74	$\bar{2}$,849	+15.13.51,6	0,902

» La planète Wolf est de grandeur 12 environ. Le 2 avril elle se trouvait affaiblie par la Lune; l'autre planète, découverte par M. Charlois, est extrêmement faible; elle se trouve presque à la limite de visibilité pour l'instrument dont l'ouverture de l'objectif est de 0m, 380.

» *Remarque.* — Dans les observations de la planète Wolf (18 mars), communiquées à l'Académie le 28 mars 1892, le temps moyen de Paris,

pour la position de cette planète au 23 mars, est : $12^h30^m34^s$ au lieu de $11^h30^m34^s$. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (1892, *mars* 6), *faites à l'Observatoire de Lyon*, par M. G. **Le Cadet**. Présentées par M. Mouchez.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Comète — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log. fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Mars 31.	16.33.57	—1.51,33	+5. 4,0	3:3	20.47.25,88	$9,509_n$	—7.30. 3,5	0,830	*a*
Avril 1.	16.19.43	—1. 4,07	+8.21,2	4:2	20.51.17,47	$9,529_n$	—6.27.17,1	0,824	*b*
1.	16.52. 9	—0.58,71	+9.47,6	4:2	20.51.22,83	$9,478_n$	—6.25.50,7	0,829	*b*

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.	⋆.	Gr.	α moy. 1892,0.	Réduction au jour.	δ moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 31...	*a*	8	20.49.17,83	—0,62	—7.34.56,8	—10,7	$\frac{1}{3}$[2 Cat. Cord. 28689 + Schj. 8366]
Avril 1...	*b*	9	20.52.22,15	—0,61	—6.35.27,4	—10,9	Schj. 8403
1...	*b*	9	20.52.22,15	—0,61	—6.35.27,4	—10,9	Id.

» Les observations du 31 mars ont été faites à l'équatorial coudé (0^m,36) au moyen du micromètre à gros fils; celles du 1er avril, à l'équatorial Brunner (0^m,16) au moyen du micromètre à deux vis.

» Le 31, la comète se présente avec une condensation nucléaire à diamètre apparent de 6″, entourée d'une nébulosité ronde de 10′ de diamètre environ, avec plusieurs prolongements filiformes et rectilignes que l'on distingue sur une longueur de plus de 1°,5 dans l'angle de position moyen 250°. Elle apparaît à l'œil nu comme une petite nébuleuse allongée.

» Le 1er avril, le noyau s'éteint dans la lumière crépusculaire en même temps que l'étoile de comparaison de grandeur 9e. »

PHYSIQUE. — *Sur les indices de réfraction des solutions salines.* Note de M. **Paul Bary**, présentée par M. Schützenberger.

« Je me suis proposé dans ce travail de chercher, par le moyen des indices de réfraction, quel pouvait être l'état d'un sel dissous dans le sein

de sa dissolution. Les expériences consistaient dans la mesure des indices de réfraction d'un sel dissous dans des quantités variables d'eau; les résultats étaient représentés par des courbes, en prenant pour abscisses les quantités de sel anhydre contenues dans 100 de solution et pour ordonnées les indices de réfraction de la liqueur.

» En dehors de la théorie de M. Svante Arrhénius, qui ne s'applique qu'aux dissolutions très étendues, il est possible de faire trois hypothèses sur l'état d'un sel dans la dissolution.

» 1° On peut admettre que les corps formant la dissolution ne se combinent pas, ou que cette dissolution ne contient d'autres composés définis que le dissolvant et le sel dissous. Si cette hypothèse était exacte, la loi représentant les indices de réfraction en fonction de la quantité de sel pour cent, serait une droite qui aurait pour équation, en appelant n_e, n_s et n_d les indices de l'eau du sel et de la dissolution, et p_s le poids de sel contenu dans 100gr de dissolution

$$n_d = n_e + \frac{(n_s - n_e)p_s}{100}.$$

» 2° On peut, au contraire, supposer que chaque concentration d'une dissolution correspond à un composé qui a des propriétés propres qui peuvent se rapprocher de celles des composés voisins dans l'échelle des concentrations, mais qui n'en diffèrent pas moins. La loi sera alors représentée par une courbe sur la forme de laquelle on ne peut rien préjuger.

» 3° Enfin la troisième hypothèse est celle qui tient à la fois de ces deux premières; elle admet qu'un sel soluble est susceptible de former un ou plusieurs hydrates liquides à la température ordinaire et que, suivant la quantité d'eau et de sel entrant dans 100 parties de dissolution, c'est l'un ou l'autre de ces hydrates qui se forme avec ou sans excès d'eau. On peut donc prévoir que la courbe sera, dans ce cas, une ligne discontinue formée de fragments de droites, chaque angle correspondant à une combinaison définie du sel avec la totalité de l'eau que la solution contient.

» Cette dernière est celle qui rend le mieux compte, et de la façon la plus générale, des résultats auxquels je suis arrivé. En effet, j'ai trouvé, dans presque tous les cas, que les résultats se représentaient par des lignes brisées; cependant quelques sels très rares ont donné une ligne droite; la courbe des indices du sulfate de cuivre rentre dans ce cas.

» L'azotate d'argent fait également exception à la règle générale en donnant une courbe très nettement accentuée et dont la concavité est

tournée vers l'axe des abscisses. Il me serait cependant impossible de dire si ce que j'ai pris pour une courbe n'est pas une ligne brisée contenant un grand nombre de lignes très courtes. Ce résultat obtenu sur l'azotate d'argent est, d'ailleurs, d'accord avec celui obtenu par M. Étard (¹) dans la courbe de solubilité de ce sel.

» En considérant ces cas comme des exceptions qu'une expérimentation plus délicate ferait peut-être rentrer dans la règle générale, il résulte de mes expériences que les indices d'une solution saline dont la concentration est variable donnent une ligne brisée; chaque point de rebroussement de la courbe indiquant un brusque changement dans l'état moléculaire du milieu, il semble naturel d'admettre qu'il correspond à la formation d'un nouveau composé au sein de la liqueur.

» Voici les chiffres obtenus pour quelques sels :

» *Hyposulfite de sodium.* — La concentration de la solution a varié de 0 à 60 pour 100 de $Na^2S^2O^3 + 5H^2O$; pour une concentration nulle, l'indice est celui de l'eau, c'est-à-dire 1,3320 à la température de 20° C.; cet indice augmente ensuite progressivement avec la quantité du sel rentrant dans la solution de telle manière que la courbe soit droite jusqu'à ce qu'on ait un indice de 1,3658; en augmentant encore peu à peu la concentration, on retrouve une nouvelle série de points formant une ligne droite qui n'est pas dans le prolongement de la première et qui s'arrête à l'indice 1,3907; enfin, passé cette valeur d'indice, on a une troisième droite qui se prolonge jusqu'à la saturation. La courbe des indices des solutions d'hyposulfite de sodium a donc deux points singuliers; ces points correspondent à des compositions de la liqueur qui peuvent se représenter par les rapports moléculaires tels que :

	Pour l'indice.
1° $Na^2S^2O^3 : 40H^2O$	1,3658
2° $Na^2S^2O^3 : 20H^2O$	1,3097

(Température : 20° C.)

» *Bichromate de potassium.* — La concentration a varié de 0 à 11 pour 100 de sel anhydre. On observe dans la courbe des indices deux points singuliers :

	Indice de réfraction.
1° $Cr^2O^7K^2 : 250H^2O$	1,3438
2° $Cr^2O^7K^2 : 170H^2O$	1,3478

(Température : 23° C.)

(¹) *Comptes rendus*, p. 176; 1er sem. 1889.

» *Chlorure de potassium.* — La concentration a varié de 0 à 24 pour 100; la courbe présente un point singulier :

	Indice de réfraction.
$KCl : 80H^2O$	1,3423

(Température : 20° C.)

» *Chlorure de sodium.* — La concentration a varié de 0 à 25 pour 100 de NaCl; deux points singuliers dans la courbe :

	Indice de réfraction.
1° $NaCl : 30H^2O$	1,3528
2° $NaCl : 15H^2O$	1,3686

» *Sulfate de lithium.* — La concentration a varié de 0 à 28 pour 100 de $SO^4Li^2 + H^2O$; la courbe des indices présente deux points singuliers :

	Indice de réfraction.
1° $SO^4Li^2 : 150H^2O$	1,3415
2° $SO^4Li^2 : 30H^2O$	1,3610

» *Sulfate ferreux.* — La concentration a varié de 0 à 34 pour 100 de $SO^4Fe + 7H^2O$; la courbe des indices porte un point singulier :

	Indice de réfraction.
$SO^4Fe : 70H^2O$	1,3570

» Afin de se faire une idée de la grandeur des changements de direction brusques que prennent ces courbes, et pour bien montrer qu'ils sont bien au delà des erreurs possibles d'expérience, on peut prolonger une des droites et voir l'écart qu'elle fait avec la suivante. Par exemple, le chlorure de potassium donne un point de rebroussement pour une concentration de 6 de KCl pour 100 de solution qui correspond au rapport moléculaire $KCl : 80H^2O$; en prolongeant la droite qui passe, à 0 pour 100, par 1,3320 (indice de l'eau à 20° C.) et par 1,3423 l'indice de la solution à 6 pour 100, on trouve, pour une concentration de 24 pour 100, un indice de 1,3733; la valeur trouvée par l'expérience est 1,3662, différente de la première de 0,0071; or, dans la courbe, l'une des droites est déterminée par sept expériences et l'autre par dix, et l'erreur maxima est de 0,0004.

» Toutes ces expériences ont été faites à l'aide du réfractomètre de M. Féry, qui a donné toujours d'excellents résultats. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Baille, à l'École de Physique et de Chimie industrielles.

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelle conductibilité unipolaire des gaz.* Note de M. ÉDOUARD BRANLY.

« La conductibilité d'un gaz chauffé entre deux surfaces de platine portées au rouge a été démontrée par Edm. Becquerel et confirmée par M. Blondlot. Les phénomènes qui suivent concernent un gaz compris entre un métal porté au rouge et un métal maintenu à la température ordinaire. Le gaz *est encore conducteur,* mais sa conductibilité est beaucoup plus forte quand *le métal froid est négatif*.

» I. Un fil en zigzag, échauffé par un courant, provoque la déperdition sur un disque vertical fixé au bouton d'un électromètre de Hankel.

» Le fil est un fil de platine iridié à 10 pour 100, de $\frac{6}{10}$ de millimètre de diamètre, formant 5 boucles parallèles de 3^{cm} de longueur, sur une largeur totale de $4^{cm},5$. Le disque métallique, de $6^{cm},8$ de diamètre est chargé par l'un des pôles d'une pile de 250 éléments constants dont l'autre pôle est relié au sol. La feuille d'or mobile de l'électromètre s'écartait d'une bande de laiton verticale et fixe, de 50 divisions du micromètre du microscope viseur.

» Tant que le fil traversé par un courant I est au-dessous du rouge, la feuille d'or reste déviée. Dès que le fil commence à rougir, elle tombe vivement si le disque est négatif, très lentement s'il est positif. Pour une même distance d du fil et du disque, les deux déperditions croissent avec l'incandescence du fil, mais la déperdition positive n'est comparable à la négative qu'au rouge vif.

$I = 7^{amp},75$, $d = 15^{mm}$. Perte de 20 à 40 { Disque d'aluminium négatif.. 5 secondes.
» » positif.. Extrêmement lente.

» Le fil et le disque peuvent être placés horizontalement (le fil au-dessus du disque).

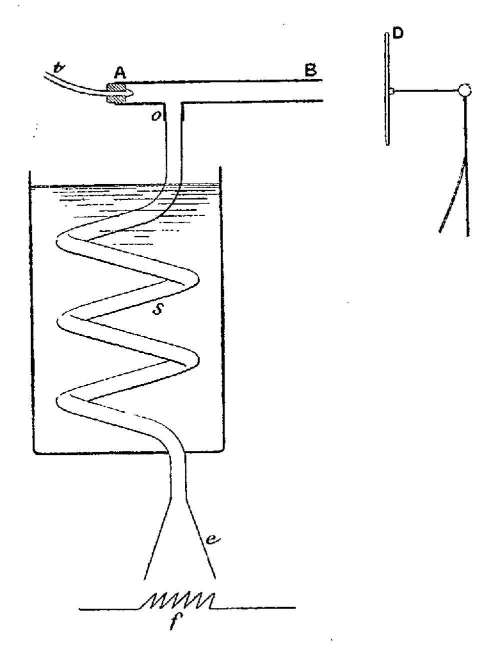
$I = 12^{amp}$, $d = 40^{mm}$. Perte de 10 à 40 { Disque d'aluminium négatif.. 3 secondes.
» » positif.. 21 secondes.

» Mêmes résultats si au-dessus du fil incandescent on dispose un cône adapté à l'orifice O du tube horizontal AB (voir figure). Un courant de gaz sortant d'un réservoir à 25 atmosphères parcourt le tube et aspire les gaz chauds du platine (fil et disque parallèles, disque au-dessous du fil).

» Mêmes résultats si l'on remplace le disque horizontal par une cuvette d'ébonite renfermant de l'eau ou des solutions salines.

» Une lame mince d'ébonite ou de mica étant posée sur le disque négatif, la feuille d'or tombe complètement quand le fil vient à rougir, mais l'électricité reparaît si l'on enlève l'ébonite après que le fil a cessé de rougir. Il en est encore de même quand on a placé un disque métallique sur l'ébonite. Ces effets s'expliquent aisément.

» II. La déperdition est produite en refroidissant les gaz chauds qui enveloppent le fil de platine incandescent et en les projetant sur le disque.



» La figure explique la disposition. Le fil de platine f rougit au-dessous d'un entonnoir fixé au bas d'un serpentin de 2^m plongé dans l'eau froide. A son extrémité supérieure, le serpentin s'emboîte dans la tubulure O d'un tube AB où circule le gaz d'un réservoir à 25 atmosphères. Le jet de gaz qui tombe sur le disque D est très froid.

$I = 13^{amp}$	Perte de 10 à 20	Disque d'aluminium négatif.	18 secondes
		» positif..	extrêmement lente
$I = 15^{amp}$	Perte de 10 à 20	Disque d'aluminium négatif.	10 secondes
		» positif..	22 secondes (¹)

(¹) Si l'on remplace le fil f par la flamme d'un bec Bunsen, d'une lampe à alcool,

» III. Au fil on substitue une lame chauffée au gaz (lame et disque parallèles). Disques d'aluminium, plomb, cuivre, zinc, etc.

» On remplace le verre d'un bec de gaz par un tube de laiton autour duquel on fixe une feuille de platine qui est portée au rouge. On peut encore employer une large lame de platine au centre de laquelle on dirige le jet d'un chalumeau à gaz.

$d = 50^{mm}$	Disque de plomb positif.	Durée de perte pour 2 divisions.	105 secondes
	» négatif.	Durée de perte pour 30 divisions.	10 secondes

» IV. Les essais galvanométriques confirment les mesures électrométriques. La couche d'air est comprise entre deux plaques de platine parallèles ou entre une plaque de platine et une plaque d'aluminium.

» Les deux plaques étaient rectangulaires (22^{cm} sur 16^{cm}). Un écartement de 8^{mm} était produit par deux bandes minces d'ébonite posées le long du bord le plus étroit et séparées par un tube de cuivre plat à circulation d'eau froide. La plaque d'aluminium était directement refroidie. Un chalumeau chauffant le platine en son centre le faisait rougir sur un cercle de 1^{cm} à 5^{cm} de diamètre. L'aluminium et le platine étaient reliés aux deux pôles d'une pile de 250 éléments constants. On s'assurait du parfait isolement de tout le circuit. Sensibilité du galvanomètre (¹) 1^{mm} de déviation à 1^{m} pour $\frac{1^{amp}}{4.10^9}$ (système aimanté médiocrement astatique; zéro fixe).

» La couche d'air comprise entre les deux plaques ne laissait passer le courant que lorsque le platine était rouge; le courant augmentait d'intensité avec l'incandescence. La déviation *fixe* est notablement plus forte quand la plaque froide est négative (par exemple, avec l'aluminium, 1800 s'il est négatif, et seulement 30 s'il est positif).

» V. Le phénomène persiste pour de fortes différences de potentiel. Cela résulte de la comparaison des distances explosives entre une lame de platine et une sphère, lorsque le platine est ou n'est pas chauffé.

» Deux tiges à mouvement micrométrique et terminées chacune par une boule de laiton sont disposées horizontalement en face d'une lame de platine verticale. Les

---

d'une bougie, les gaz de la flamme aspirés, refroidis et lancés sur le disque électrisé, produisent une vive déperdition. Il suffit d'une pression de quelques atmosphères dans le réservoir à air comprimé. La déperdition est ici la même pour les deux électricités. Même résultat avec les gaz des étincelles électriques.

Ajoutons qu'un courant de vapeur d'eau ou d'hydrogène, ou d'air très fortement chauffés et lancés contre le disque, ne produisent aucune déperdition. La déperdition a lieu toutefois si le gaz passe dans un tube chauffé au rouge.

[1] Galvanomètre Siemens à très long fil, construit par M. Gendron.

deux tiges sont reliées entre elles et à l'un des pôles d'une petite machine électrique mise en rotation par un moteur Marcel Deprez; l'autre pôle de la machine va au platine. Le platine étant froid sur toute sa surface, les boules a et a' sont approchées de telle sorte que l'étincelle parte indifféremment de l'une ou de l'autre boule. Avec un chalumeau à gaz on chauffe la portion de la surface du platine qui regarde la boule a. d est la distance explosive pour la boule a, d' pour la boule a'.

Série n° 1.	Boules positives..........	$d = 10^{mm}$,	$d' = 10^{mm}$,
	Boules négatives..........	$d = 10^{mm}$,	$d' = 7^{mm}$,
Série n° 2.	Boules positives..........	$d = 10^{mm}$,	$d' = 10^{mm},5$,
	Boules négatives..........	$d = 10^{mm}$,	$d' = 4^{mm}$.

» Sur une même ligne d et d' sont des distances explosives équivalentes. La série n° 2 correspond à une incandescence plus vive du platine. La dernière ligne de mesures fait voir qu'une couche d'air de 10^{mm} en face du platine rouge offrait la même résistance qu'une couche de 4^{mm} en face du platine froid, les boules étant négatives. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'attraction de deux plateaux séparés par un diélectrique.* Note de M. **Julien Lefèvre**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai mesuré l'attraction de deux plateaux électrisés, séparés par un diélectrique non en contact intime avec eux, et vérifié qu'elle est représentée par la formule suivante :

$$\frac{F}{F'} = \left(\frac{e + e'}{\frac{e}{k} + e'}\right)^2, \tag{1}$$

en appelant F' l'attraction des deux plateaux à la distance $e + e'$ dans l'air; F l'attraction à la même distance lorsqu'on a placé entre les plateaux une lame isolante à faces parallèles d'épaisseur e; e' représente donc la somme des épaisseurs d'air situées de part et d'autre de cette lame; k est la constante diélectrique de la plaque.

» Je me sers de deux plateaux horizontaux et d'une balance de précision dont le fléau porte, à une extrémité, un plateau ordinaire pour recevoir des poids, à l'autre, le plateau mobile de l'appareil électrique, qui a 12^{cm} de diamètre et est suspendu au fléau par une tige isolante. Ce plateau est entouré d'un anneau de garde, muni d'une sorte de couvercle, qui est seulement percé d'un trou pour laisser passer la tige isolante.

» Le plateau fixe, qui a 19^{cm} de diamètre, est placé au-dessous du pre-

mier et porté par un support isolant à vis calantes, qui permet de faire varier la distance $e + e'$. Ce support est traversé par trois tiges isolantes qui soutiennent le diélectrique. De part et d'autre de celui-ci, on laisse des épaisseurs d'air aussi faibles que possible, il faut cependant laisser au plateau mobile la possibilité d'accomplir de petites oscillations.

» La source d'électricité est une bobine de Ruhmkorff, actionnée par 6 éléments Bunsen; l'un des pôles de la bobine communique avec le plateau fixe et avec l'armature intérieure d'une jarre dont la capacité est, suivant les cas, 70 à 150 fois plus grande que celle du condensateur formé par les plateaux. L'autre pôle, l'armature extérieure de la jarre, le plateau mobile et le fléau de la balance sont reliés au sol.

» Tout l'appareil, sauf le plateau qui reçoit les poids, est placé dans une cage dont l'air est desséché.

» Les plaques de soufre et de paraffine sont obtenues par fusion, dans un moule dont le fond est rendu horizontal par un niveau à bulle d'air. L'épaisseur des lames solides est mesurée avec une vis à deux pointes et un cathétomètre. La distance $e + e'$ des deux plateaux est aussi mesurée au cathétomètre.

» Le diélectrique est placé dans la cage quelques jours avant l'expérience, pour lui laisser perdre toute trace d'électricité.

» La balance contenant une tare un peu trop faible et toutes les pièces communiquant avec le sol, j'achève d'établir l'équilibre avec un poids p. J'électrise ensuite le plateau fixe et j'établis de nouveau l'équilibre par un poids P. Je remets ce plateau en communication avec le sol et j'équilibre encore par un poids p' :

$$F = P - \frac{p + p'}{2}.$$

» L'attraction F' est déterminée de même par trois opérations.

» J'opère de même pour les liquides, mais en mesurant d'abord F', puis F, afin d'éviter l'évaporation. L'épaisseur d'air e' subit dans ce cas une petite correction qui consiste à remplacer l'épaisseur de la lame de verre formant le fond de la cuve qui reçoit le liquide par l'épaisseur d'air équivalente.

» Dans chaque expérience, je calcule le rapport $\frac{F}{F'}$, puis le rapport corrigé

$$R = \frac{F}{F'}\left(\frac{e + ke'}{e + e}\right)^2.$$

» D'après (1), on doit avoir

$$\sqrt{R} = k.$$

» Le Tableau suivant, dans lequel e et e' sont exprimés en centimètres, F et F' en milligrammes, montre que les valeurs de $\sqrt{R}$ concordent avec les valeurs de k que j'ai obtenues au moyen de la balance de Coulomb [1].

» La formule (1) est donc exacte et, en particulier, dans le cas où e' devient négligeable, on a

$$\frac{F}{F'} = k^2.$$

Diélectriques.	e.	e'.	F.	F'.	$\frac{F}{F'}$.	R.	$\sqrt{R}$.	k.
Paraffine n° 1	2,20	0,70	39,5	17,25	2,29	3,53	1,88	2
» »	»	0,66	40,5	14	2,89	4,38	2,09	»
» n° 2	3,37	0,61	30,5	9	3,39	4,51	2,12	»
» »	»	0,68	23,5	7,25	3,24	4,42	2,10	»
Soufre	3,56	0,54	48,5	9,75	4,97	7,27	2,70	2,6
»	»	0,65	53,5	13	4,11	6,39	2,52	»
Ébonite	2,04	0,32	72,75	18,75	3,88	5,39	2,32	2,3
Sulfure de carbone...	2,60	1,09	22	11,5	1,91	2,78	1,67	1,7
Essence de térébenthine	2,77	0,79	26,25	13	2,02	2,49	1,58	1,5
Pétrole	2,88	0,71	19,50	8	2,43	3,38	1,84	1,9

» Je ferai remarquer, en terminant, que l'attraction de deux plateaux se prête parfaitement à la mesure des constantes diélectriques; c'est une méthode simple, rapide et n'exigeant qu'une balance de précision; elle est donc préférable à tous les procédés actuellement en usage. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la production, par voie sèche, de quelques sulfates anhydres cristallisés.* Note de M. **P. Klobb**, présentée par M. Henri Moissan.

« Lorsqu'on projette dans du sulfate d'ammoniaque en fusion une petite quantité de sulfate de cobalt, ce sel se dissout en formant un liquide d'un beau bleu foncé. En chauffant ensuite doucement pour pro-

(1) *Comptes rendus*, 16 novembre 1891.

voquer la volatilisation lente du sel ammoniacal, puis laissant refroidir, on trouve les parois du creuset tapissées de petits cristaux rouges qui répondent à la formule SO^4Co. L'expérience tentée de même avec les sulfates de zinc, de nickel et de cuivre, a réussi avec la même facilité.

» On peut partir, soit des sels ordinaires cristallisés à 5,6 ou $7H^2O$, soit de ces sulfates préalablement déshydratés par la chaleur, et amorphes.

» Dans un petit creuset de porcelaine, on verse d'abord une couche de sulfate d'ammoniaque, puis un mélange de ce dernier avec le tiers ou le quart de son poids de sulfate métallique et l'on dépose le couvercle. Le bord supérieur du creuset est légèrement échancré sur un ou deux points de sa circonférence, pour permettre aux vapeurs de s'échapper plus facilement. Enfin, le creuset est plongé dans du sable dont on a garni un creuset de Hesse ordinaire, et le tout est chauffé au fourneau à reverbère. Dès que le sel ammoniacal est entièrement volatilisé, on retire le petit creuset. Quand l'opération est bien conduite, le résidu est entièrement cristallin, mais si l'on chauffe trop longtemps, le sulfate se décompose lui-même en laissant un résidu d'oxyde.

» Le résultat est particulièrement net avec le *sulfate de zinc*. En opérant sur une vingtaine de grammes de sel anhydre, on obtient des cristaux incolores ayant jusqu'à $2^{mm},5$ de longueur. Ce sont des octaèdres, généralement allongés et tronqués sur les angles. L'eau les dissout lentement à froid, très rapidement à chaud.

» Le *sulfate de cuivre anhydre* se présente sous la forme d'une poudre cristalline gris pâle constituée par de fines aiguilles prismatiques. Abandonné à l'air, il prend, au bout de quelques jours, une nuance verte, puis bleu clair. Il se dissout très facilement, surtout à chaud, en donnant une solution bleue.

» Le *sulfate de cobalt anhydre* constitue une poudre cristalline rouge amarante, qu'on prendrait à première vue pour du chlorure purpuréocobaltique. Ce sont des cristaux octaédriques modifiés par des troncatures sur les angles. Exposés à l'air, ils sont très stables. L'eau ne les dissout que très lentement, même à l'ébullition.

» Le *sulfate de nickel anhydre* cristallise aussi en octaèdres. C'est une poudre d'une couleur vert jaunâtre qui se confond avec celle de certains échantillons de pyromorphite. Insoluble dans l'eau froide, elle ne se dissout que lentement et difficilement dans l'eau bouillante. Tous ces sels

offrent la composition des sulfates neutres, ainsi que cela ressort des chiffres suivants :

	SO^4Co.	SO^4Cu.	SO^4Ni.	SO^4Zn.
SO^3, théorie pour 100......	51,6	50,2	51,7	49,6
SO^3 trouvé »	51,3	49,3	50,1	50,2
Métal, théorie pour 100.....	38,0	»	»	»
Métal trouvé »	38,8	»	»	»

» Je me propose de revenir sur la forme cristalline de ces sulfates. De plus, ce procédé me paraissant susceptible de généralisation, j'essaye en ce moment de l'appliquer à la production d'autres sels anhydres. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une cétone nitrée dérivée des camphosulfophénols.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Les plus importants des camphosulfophénols dérivés du camphre, que nous avons décrits précédemment, sont les deux isomères l'améthylcamphophénolsulfone $C^9H^{12}(SO^2)(OH)^2O$ et l'acide améthylcamphophénolsulfonique de la formule $C^9H^{12}(SO^2.OH)(OH)O$.

» Ces deux isomères au contact de l'acide azotique étendu subissent une transformation remarquable. Le soufre lié au noyau, puisqu'il résiste à l'acide chlorhydrique concentré et à la lessive de potasse à l'ébullition, est mis en liberté à l'état d'acide sulfurique, en même temps que le groupe AzO^2 se substitue. La molécule perd également deux H à l'état d'eau. La réaction a lieu suivant les équations

$$C^9H^{12}(SO^2)(OH)^2O + AzO^2.OH = C^9H^{11}(AzO^2)O + SO^4H^2 + H^2O,$$
$$C^9H^{12}(SO^2.OH)(OH)O + AzO^2.OH = C^9H^{11}(AzO^2)O + SO^4H^2 + H^2O.$$

» On effectue l'opération dans les conditions suivantes : 10^{gr} d'améthylcamphophénolsulfone sont dissous au bain-marie dans 300^{gr} d'eau. Dans le liquide chaud, on ajoute peu à peu 20^{gr} d'acide azotique ordinaire et on laisse refroidir. Il faut éviter de faire bouillir : l'acide azotique oxyderait et détruirait la cétone nitrée formée. Très rapidement le liquide louchit et prend une teinte jaune d'or, sans aucun dégagement gazeux. Il se dépose un corps huileux qui cristallise en masse lorsque l'eau est complètement refroidie. Une seule cristallisation dans l'alcool à 93° donne de magnifiques aiguilles jaune d'or, d'une odeur légèrement musquée, fondant à 47°-48°.

Chauffées en petite quantité, elles peuvent se sublimer sans altération. En plus grande masse, le corps distille vers 260°-262° en s'altérant partiellement.

» Il est peu soluble dans l'eau bouillante, qui l'abandonne par refroidissement sous la forme de paillettes brillantes. Il est entraîné par l'eau à la distillation. Il est soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine et autres hydrocarbures liquides. Il n'a pas de pouvoir rotatoire.

» L'analyse élémentaire a donné les chiffres suivants en centièmes :

	Expérience.	Pour la formule $C^9H^{11}AzO^3$.
C	59,33	59,66
H	6,25	6,07
Az	7,47	7,73

» Ce corps se combine avec les alcalis et doit dégager sensiblement la même quantité de chaleur de combinaison que l'acide carbonique. Nous n'avons pas effectué d'essai thermique; mais ce corps bouilli avec les carbonates les décompose lentement, et inversement un courant d'acide carbonique décompose ses sels. Au contact de l'air, ces derniers se décomposent lentement sous la même influence.

» Ils correspondent à la formule générale $C^9H^{10}M(AzO^2)O$. Le sel de potasse se prépare en saturant de potasse pure, par parties équimoléculaires, la cétone liquéfiée dans l'eau à la chaleur du bain-marie. La teinte jaune vire au rouge de bichromate. Le sel cristallise magnifiquement par concentration en cristaux rouges d'aspect mordoré, rappelant absolument la teinte de certains platinocyanures.

» Ce sel renferme 1 molécule d'eau et répond à la formule

$$C^9H^{10}K(AzO^2)O, H^2O.$$

» Le sel ammoniacal, que nous n'avons pas analysé, et qui se prépare par sursaturation de la cétone par l'eau ammoniacale, cristallise en petites aiguilles, mais il est instable et perd toute son ammoniaque lorsqu'il est exposé sur l'acide sulfurique.

» Le sel de calcium $[C^9H^{10}(AzO^2)O]^2Ca$ s'obtient en précipitant le sel potassique par le chlorure de calcium. On obtient un précipité orangé, peu soluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool.

» Le sel de baryum $[C^9H^{10}(AzO^2)O]^2Ba$ se prépare comme le sel de calcium. C'est un précipité cristallin rouge cinabre, qu'on peut obtenir également en versant de l'eau de baryte dans une solution hydralcoolique de la cétone.

» Le sel cuivrique $[C^9H^{10}(AzO^2)O]^2Cu$ s'obtient également par double décomposition entre le sel potassique et le sulfate cuivrique. Il est de couleur jaune verdâtre, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool.

» Le sel plombique $[C^9H^{10}(AzO^2)O]^2Pb$ est un précipité jaune clair obtenu également par double décomposition.

» Le sel argentique $C^9H^{10}(AzO^2)O.Ag$ est un précipité couleur chamois obtenu par double décomposition. A l'ébullition dans l'eau, il donne par réduction de l'argent métallique.

» Le sel ferrique n'a pas été analysé. Il est jaune et insoluble dans l'eau. Il s'obtient également par double décomposition avec le perchlorure de fer et le sel sodique ou potassique de la cétone.

» Les sels de quinine, de strychnine, de brucine, de morphine et de la plupart des alcaloïdes, en solution aqueuse, donnent, avec la cétone sodique ou potassique, des précipités jaunes, de nature un peu résinoïde, qui paraissent être des combinaisons.

» L'anhydride acétique, soit seul, soit en présence de l'acétate de soude, n'attaque pas cette cétone nitrée, même après plusieurs heures d'ébullition. Nous concluons à l'absence de groupement alcoolique ou phénolique.

» Le chlorure d'acétyle attaque vivement les sels alcalins anhydres. Il se fait sans doute un dérivé acétylé que nous n'avons pas isolé, mais que l'eau décompose facilement.

» Nous ne sommes pas parvenu à produire une oxime avec l'hydroxylamine. Mais la phénylhydrazine donne une azone liquide. D'ailleurs, la présence du CO acétone ne peut théoriquement disparaître des camphosulfophénols par l'attaque avec l'acide nitrique pour la préparation de ce dérivé. D'autre part, ce dérivé est un dérivé nitré.

» Sous l'influence de l'étain et de l'acide chlorhydrique, il se transforme en une magnifique base que nous décrirons prochainement.

» Cette cétone nitrée teint la soie en jaune sans mordant. Suivant nous, elle dérive d'un hydrure de propylbenzine. Nous aborderons ultérieurement sa constitution. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la composition de la pinnaglobine : une nouvelle globuline*. Note de M. **A.-B. Griffiths**.

« Le sang de *Pinna squamosa* est un liquide blanc qui, exposé à l'air, prend une couleur brunâtre. Il y a dans le sang de ce mollusque une matière globuline, qui possède les mêmes propriétés d'oxygénation et de désoxygénation que l'hémoglobine et l'hémocyanine. J'ai nommé temporairement cette matière *pinnaglobine*.

» Quand une quantité suffisante de sang a été obtenue, on le laisse se

coaguler. Après avoir déplacé le caillot, le sérum, qui contient toute la pinnaglobine, est traité par l'alcool; ce réactif dissout l'urée et les matières grasses qui existent dans le sang de *Pinna squamosa*. Le précipité (de l'alcool) est dissous dans une solution diluée de sulfate de magnésium; la solution est alors saturée avec le $MgSO^4$, et elle est filtrée. Le précipité est lavé avec une solution saturée de $MgSO^4$, et il est alors dissous dans l'eau. Le précipité se dissout à cause de la présence d'une petite quantité de $MgSO^4$ qui adhère au précipité. La solution est chauffée à 56°, afin de coaguler quelques matières albuminoïdes qui se coagulent à cette température, et l'alcool est ajouté au filtratum tant qu'un précipité se forme. Après la filtration, le précipité est lavé à plusieurs reprises avec l'eau; il est alors séché à 60°, et enfin dans le vide.

» Les analyses de la pinnaglobine ont donné les résultats suivants [1] :

Carbone	55,07
Hydrogène	6,24
Azote	16,24
Manganèse	0,35
Soufre	0,81
Oxygène	21,29
	100,00

» Ces résultats répondent pour la pinnaglobine à la formule

$$C^{724}H^{985}Az^{183}MnS^4O^{210}.$$

» La pinnaglobine, comme l'hémocyanine [2], a une composition bien uniforme. Elle existe à deux états analogues à ceux de l'hémoglobine et de l'hémocyanine, c'est-à-dire à l'état d'oxypinnaglobine et de pinnaglobine réduite ou pinnaglobine dénuée d'oxygène actif.

» La pinnaglobine se combine avec le méthane, l'acétylène et l'éthylène :

» CH^4 + pinnaglobine est une combinaison verdâtre;

» C^2H^2 + pinnaglobine est une combinaison grisâtre;

» C^2H^4 + pinnaglobine est une combinaison rougeâtre.

» Ces combinaisons sont en apparence bien stables, mais elles deman-

---

(1) Moyennes de six analyses.

(2) Voir A.-B. Griffiths, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 496.

dent encore des recherches. Ces combinaisons sont dissociables dans le vide.

» La pinnaglobine ne donne pas de combinaison avec le bioxyde d'azote ou l'oxyde de carbone.

» J'ai trouvé, en employant la pompe à vide, que 100^{gr} de pinnaglobine absorbent 162^{cc} d'oxygène, à $0°$ et 760^{mm}.

» La pinnaglobine et l'oxypinnaglobine, comme l'hémocyanine et l'oxyhémocyanine, ne donnent pas de spectre d'absorption; le pouvoir (¹) rotatoire spécifique de la pinnaglobine pour la raie D est

$$[\alpha]_D = -61°.$$

» Les analyses des cendres du sang de *Pinna squamosa* ont donné les résultats suivants (²) :

MnO^2	0,19
CaO	3,70
MgO	1,83
K^2O	4,86
Na^2O	44,02
P^2O^5	4,79
SO^3	2,73
Cl	37,88
	100,00

» Il est très probable que d'autres globulines existent dans le sang des autres invertébrés, outre l'hémocyanine, l'hémoglobine, la pinnaglobine, la chlorocruorine et l'hémérythrine.

» Quels sont les pigments respiratoires du sang de *Tethys, Doris, Aplysia, Patella, Chiton* et *Pleurobranchus?* Le sang de ces mollusques ne contient pas de ces pigments respiratoires. C'est un problème important pour de futures recherches. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'existence des séries parallèles dans le cycle biologique des Pemphigiens.* Note de M. **Horvath**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les recherches faites en 1888 par M. L. Dreyfus et confirmées bientôt après par MM. Blochmann et Cholodkowsky ont démontré l'existence de

(¹) La pinnaglobine fut dissoute dans une solution diluée de $MgSO^4$.

(²) Moyennes de trois analyses.

séries parallèles dans le cycle biologique des Aphidiens appartenant au genre *Chermes*.

» Ce fait curieux consiste en ce qu'il y a chez ces insectes certaines générations agames dont les descendants se développent de deux manières bien différentes : une série, qui émigre sur une autre espèce de Conifères, aboutit à la production des sexués et de l'œuf fécondé, tandis que l'autre série n'émigre pas et continue la production agame sur la plante originaire. M. Dreyfus a nommé ces deux catégories : *séries divisées parallèles* (*getheilte Parallelreihen*).

» Le même phénomène est connu depuis longtemps chez le Phylloxera de la vigne. On remarque aussi chez les générations radicicoles aptères et agames de celui-ci qu'une partie des jeunes devient ailée, quitte les racines et donne naissance aux sexués, tandis que l'autre partie demeure sur les racines et persiste à se reproduire par parthénogénèse.

» J'ai constaté le même phénomène chez les Pemphigiens et particulièrement chez le *Tetraneura gallarum ulmi* de Geer.

» L'évolution biologique de cette espèce est connue depuis 1883. D'après mes observations, confirmées et complétées par feu Lichtenstein, les ailés sortant des galles des Ormes émigrent sur les racines de diverses Graminées et y déposent leur progéniture. Cette progéniture radicicole, la forme bourgeonnante, donne naissance à de nombreux individus qui deviennent ailés et constituent la génération *sexupare* (pupifère de Lichtenstein). Ils quittent les racines des Graminées et s'envolent sur les troncs des Ormes pour y déposer les sexués. Ceux-ci s'accouplent bientôt et la femelle fécondée dépose dans les crevasses de l'écorce son œuf unique, l'œuf d'hiver.

» L'évolution biologique de ce puceron serait ainsi déjà parfaitement élucidée. Il existe cependant quelques faits qui viennent un peu compliquer la question.

» J'avais remarqué déjà, au début de mes recherches sur cet insecte, qu'on trouve quelques individus aptères sur les racines des Graminées encore pendant l'hiver et au premier printemps, c'est-à-dire à une époque où il n'y a pas d'émigration et où l'espèce est limitée aux Ormeaux, sous forme de l'œuf d'hiver ou sous celle de la première génération fondatrice des galles. C'est ainsi que j'ai observé des aptères sur les racines de *Setaria*, une fois le 23 mars, une autre fois sur les racines du blé, le 1er mai. Il est certain que ces insectes ne pouvaient d'aucune manière être les descendants directs de la forme ailée émigrante, puisque celle-ci ne commence à quitter

les galles que dès les premiers jours de juin ou tout au plus vers la fin de mai. Comment donc expliquer l'existence de ces radicicoles à une époque si prématurée? Il était assez juste de supposer qu'ils sont les descendants de la forme radicicole bourgeonnante, mais des descendants qui ne sont pas devenus ailés migrateurs, et ont persisté au contraire sur les racines sans prendre des ailes. Des recherches exécutées en automne 1891 m'ont donné la confirmation directe de cette hypothèse. J'ai fait l'élevage d'une colonie de *Tetraneura gallarum ulmi*, trouvé sur le *Sorghum halepense*. La plupart des membres de cette colonie sont devenus, dans le courant d'octobre, successivement des nymphes, puis des ailés. Après avoir retiré des tubes à élevage tous les ailés produits, il m'est resté quelques individus qui ne se sont pas transformés et ont persisté à l'état aptère. Ils ont pondu en novembre des jeunes munis d'un rostre, qui se sont immédiatement fixés sur les racines et ont commencé à grossir.

» Ces faits prouvent d'une manière incontestable que chez ce puceron (et probablement aussi chez la plupart des Pemphigiens) la forme bourgeonnante radicicole donne naissance à deux séries différentes de descendants. L'une est la forme *sexupare* ailée qui en automne retourne sur les Ormes et y dépose les sexués dépourvus de rostre, l'autre est une série qui reste aptère et radicicole et se reproduit de la même manière que la forme bourgeonnante.

» Chez les Chermes, c'est la forme émigrante qui est le point de départ de ces deux séries différentes, tandis que chez le *Tetraneura gallarum ulmi*, ainsi que chez le Phylloxera de la vigne, c'est la forme bourgeonnante radicicole. »

BOTANIQUE. — *L'histoire des* Garcinia *du sous-genre* Rheediopsis. Note de M. J. Vesque, présentée par M. Duchartre.

» Le caractère le plus important, commun à tous les *Rheediopsis*, est de nature histologique. Chez ces plantes, les stomates, qui sont exactement ceux des *Rheedia* [1], présentent de chaque côté un épaississement cellulosien réfringent, dont l'effet optique est encore accru par les proéminences que les cellules accessoires forment à droite et à gauche. Il est inutile d'insister ici sur les détails plus intimes de ces stomates.

---

[1] Cette particularité, inconnue de l'auteur du nom de *Rheediopsis*, dénote une sagacité peu commune de la part de M. L. Pierre.

» Le sous-genre *Rheediopsis* se divise en deux sections : *Rheediopsis* (sensu stricto) Pierre, à étamines unies en quatre phalanges semblables à celles des *Xanthochymus* et d'un grand nombre d'*Eugarcinia*, et *Teracentrum* Pierre, à étamines libres; dans l'une et dans l'autre, l'ovaire est biloculaire.

» Il s'agit avant tout de savoir comment les *Rheediopsis* se rattachent aux autres *Garcinia*.

» La distribution géographique de ces plantes ne fournit pas d'indication nette. En effet, l'existence du *G. quadrifaria* au Gabon prouve que le groupe nodal des *Xantochymus*, quoique indien lui-même, a pu projeter dans l'ouest africain, patrie des *Rheediopsis* (ou laisser dans cette région), un descendant qui, d'ailleurs, est tellement aberrant au double point de vue organographique et histologique, qu'il n'a pu servir d'intermédiaire. Mais ce que ce groupe nodal a fait une fois, il a pu réussir à le faire une seconde fois, de sorte que la Géographie botanique ne s'oppose pas à ce que les *Rheediopsis* dérivent du groupe nodal *G. spicata*.

» Les choses se sont passées à peu près de la même manière pour les *Discostigma*, tribu des *Eugarcinia* qui dérive nettement des *Xanthochymus* et dont une espèce, le *G. Huillensis* Welw., habite également l'Afrique occidentale tropicale ([1]). Nous ne pouvons donc pas savoir jusqu'à présent si les *Rheediopsis* descendent directement des *Xanthochymus* ou s'ils en proviennent par l'intermédiaire des *Discostigma;* en d'autres termes, s'ils sont une branche-fille ou une branche-sœur des *Discostigma*.

» Si l'on considère les stomates dans les trois groupes, on reconnaît que ceux des *Rheediopsis* ont pu dériver aussi bien de ceux des *Xanthochymus* que de ceux des *Discostigma;* mais il est un autre caractère histologique qui me semble jeter un jour inattendu sur cette question : c'est la forme des cristaux d'oxalate de chaux. Souvent, chez les *Xanthochymus*, et en particulier chez une variété *Thwaitesii* du *G. spicata*, on trouve dans le limbe des feuilles, surtout le long des nervures, des cristaux simples clinorhombiques à faces concaves, mêlés aux agglomérations en oursins. Or, cela est toujours le cas chez les *Rheediopsis* et jamais chez les *Discostigma*, à l'exception pourtant du *G. linearis* Pierre, dans lequel j'ai vu quelques cristaux simples.

» Toutes les probabilités sont donc pour l'indépendance des branches

([1]) Cette espèce avait été rangée à tort parmi les *Rheediopsis*. Sa structure anatomique m'a permis de corriger l'erreur.

Rheediopsis et *Discostigma* qui, l'une et l'autre, paraissent dériver directement des *Xanthochymus*. Quoi qu'il en soit, il est clair que les *Rheediopsis* proprement dits, avec leurs phalanges staminales, sont plus proches des *Xanthochymus* (ou des *Discostigma*) que les *Teracentrum* avec leurs étamines libres. Il convient donc d'étudier d'abord cette section. Le groupe nodal est formé par deux espèces voisines entre elles, les *G. ovalifolia* Oliv. et *curvinervis* Vesque. Les cellules de l'épiderme inférieur sont planes, ou tout au plus légèrement bombées chez la seconde; ce n'est que par la nervation qu'elles diffèrent entre elles. Ce groupe nodal, et particulièrement le *G. curvinervis* qui présente déjà le germe, l'amorce de la modification épharmonique, fournit une seule espèce, le *G. polyantha* Oliv., dont l'épiderme inférieur prolonge toutes ses cellules en des papilles coniques, obtuses, ornées de stries cuticulaires.

» La section *Teracentrum* a pour groupe nodal les *G. angolensis* Vesque et *Baikieana* Vesque, deux plantes voisines entre elles et qui ne diffèrent épharmoniquement que par l'héliophilie plus grande de ce dernier, ainsi que par le développement beaucoup plus fort du mésophylle. Cette espèce montre déjà les cellules de l'épiderme inférieur légèrement renflées.

» Il ne sort du groupe nodal qu'une seule espèce, le *G. Livingstoni* T. Anders., chez lequel toutes les cellules de l'épiderme inférieur, sauf les cellules accessoires des stomates, se prolongent en une papille assez forte, marquée de quelques stries cuticulaires qui passent isolément d'une papille à une papille voisine. Notons encore que les *Teracentrum* présentent tous un mésophylle subcentrique, tandis que celui des *Rheediopsis* est toujours franchement bifacial.

» Il est impossible de ne pas être frappé de l'identité de l'histoire des deux sections et cette identité de l'évolution épharmonique est une nouvelle preuve de l'affinité entre les deux sections, que j'ai réunies en un sous-genre. La tendance héréditaire ou l'amorcement ont été les mêmes dans les deux groupes nodaux, de sorte que les mêmes milieux ont produit les mêmes modifications exprimées par des épharmonies convergentes : le *G. Livingstoni* est aux *G. angolensis* et *Baikieana* ce que le *G. polyantha* est aux *G. ovalifolia* et *curvinervis*.

» Je ne connais pas le *G. Smeathmanni* Oliv. (*Rheedia Smeathmanni* Planch. et Triana, *Xanthochymus guineensis* Don?) qui paraît appartenir aux *Rheediopsis*, mais dont l'existence ne change rien à ce qui précède. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les variations de la transpiration de la fleur pendant son développement.* Note de M. **G. Curtel**, présentée par M. Duchartre.

« Je me suis proposé dans ces expériences de rechercher les variations de la transpiration de la fleur pendant le cours de son développement.

» *Mode opératoire.* — J'ai opéré sur des fleurs à pédoncule aussi long que possible. Je détachais, sur une inflorescence, des boutons et des fleurs à tous les états possibles de développement.

» J'introduisais les pédoncules de chacune d'elles dans un tube de verre mastiqué à sa base et rempli d'eau. L'extrémité supérieure également mastiquée à la cire Golaz présentait un orifice permettant le passage du pédoncule. Quelques gouttes de paraffine fondue, versées sur cet orifice, suffisaient à isoler complètement l'intérieur du tube de l'air extérieur. Pesant chacun des tubes avec sa fleur, je trouvais des poids p.

» L'expérience, faite à la lumière diffuse et non en plein soleil, durait plusieurs heures, après quoi de nouvelles pesées me donnaient, pour les mêmes tubes avec leur fleur, des poids $p' < p$. La différence $p - p'$ représentait la quantité d'eau rejetée.

» Je coupais alors le pédoncule à son contact avec la paraffine et je pesais rapidement le reste de la fleur. Le poids P ainsi trouvé était celui de la partie de la fleur qui avait transpiré.

» Le reste du pédoncule inclus dans la paraffine, ou renfermé dans le tube, n'avait rien rejeté dans l'atmosphère.

» Enfin le rapport $\frac{p - p'}{P}$ me donnait la quantité d'eau rejetée durant l'expérience par l'unité de poids de la fleur.

» Première expérience. — *Galtonia candicans;* de $9^h 30^m$ à $2^h 30^m$; $t = 20°\text{-}22°$; 4 septembre 1891.

» A. Très jeune bouton; longueur $= 12^{mm}$; poids $= 0^{gr},194$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},124$.

» B. Bouton plus âgé; longueur $= 15^{mm}$; poids $= 0^{gr},255$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},070$.

» C. Bouton plus âgé encore; longueur $= 30^{mm}$; poids $= 0^{gr},560$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},036$.

» D. Bouton près d'éclore; longueur $= 38^{mm}$; poids $= 0^{gr},950$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},081$.

» E. Fleur épanouie; longueur $= 40^{mm}$; poids $= 0^{gr},970$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},112$.

» Deuxième expérience. — *Fuchsia coccinea;* de $9^h 40^m$ à $2^h 40^m$; $t = 19°\text{-}20°$; 5 septembre 1891.

» A. Bouton très jeune; longueur $= 9^{mm}$; poids $= 0^{gr},050$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},38$.

» B. Bouton plus âgé; longueur $= 23^{mm}$; poids $= 0^{gr},290$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},14$.

» C. Bouton assez gros; longueur $= 29^{mm}$; poids $= 0^{gr},495$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},11$.

» D. Bouton très gros; longueur $= 40^{mm}$; poids $= 0^{gr},820$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},14$.

» E. Fleur épanouie; longueur $= 50^{mm}$; poids $= 1^{gr},079$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},19$.

» Troisième expérience. — Anémone du Japon; de 11^h à $3^h 45^m$; $t = 18°$; 12 septembre 1891.

» A. Très jeune bouton; poids $= 0^{gr},137$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},16$.

» B. Bouton plus âgé; poids $= 0^{gr},257$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},15$.

» C. Bouton de moyenne taille; poids $= 0^{gr},405$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},14$.

» D. Gros bouton; poids $= 0^{gr},555$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},23$.

» E. Fleur épanouie; poids $= 0^{gr},690$; perte d'eau par gramme $= 0^{gr},30$.

» *Conclusions.* — L'activité transpiratoire de la fleur, très forte dans le jeune âge, alors que celle-ci ne possède encore que des tissus mous, très riches en eau, décroît avec l'âge et devient minimum quand le bouton a acquis une taille moyenne. Durant ce temps, en effet, l'épiderme s'est épaissi; une cuticule plus ou moins épaisse et imperméable s'est développée, toutes conditions entraînant une réduction dans l'activité transpiratoire. Puis, le bouton s'accroît, sa surface augmente rapidement. Les stomates, s'il doit y en avoir, apparaissent et la quantité d'eau transpirée augmente.

» Plus tard, quand l'épanouissement arrive, l'accroissement continue encore pour les mêmes raisons. Cet accroissement se prolonge jusqu'à la mort de la fleur. Cette continuité s'explique d'ailleurs assez facilement. Peu après l'épanouissement, la fleur arrive aux termes de son existence. Ses tissus se mortifient et l'eau qui se trouvait retenue dans les cellules, à l'état de combinaison plus ou moins stable, par l'activité même du protoplasme, redevient libre par la mort de celui-ci et s'évapore; d'où la rapidité avec laquelle la fleur se flétrit.

» Donc, *la transpiration de la fleur varie avec le développement. Intense dans le bouton très jeune, elle diminue peu à peu, puis redevient active au*

moment où le bouton a acquis sa taille maximum et est près de s'épanouir. A partir de ce moment, la transpiration reste très intense jusqu'à la mort de la fleur. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques maladies du blanc de Champignon.* Note de M. **Julien Costantin**, présentée par M. Duchartre.

« Le Champignon de couche se multiplie, comme on sait, en déposant dans une meule de fumier ce que l'on appelle le *blanc;* cette substance, qui n'est autre que l'appareil végétatif, est attaquée par divers ennemis appartenant au règne végétal et au règne animal. La description de ces ennemis n'a pas été donnée jusqu'ici; leur connaissance importe cependant beaucoup aux champignonnistes, car l'invasion de ces parasites a souvent pour eux les conséquences les plus désastreuses.

» J'étudierai d'abord plusieurs végétations cryptogamiques connues sous les noms de *vert-de-gris*, *plâtre* et *chanci*.

» *Vert-de-gris*. — Malgré l'extrême petitesse de la cause de la maladie désignée sous le nom de *vert-de-gris,* tout bon champignonniste sait la reconnaître. C'est une espèce de petite moisissure très fine, se présentant en flocons jaunes (je n'en ai jamais vu jusqu'ici de verts justifiant son nom), de un à deux millimètres; ces petites masses fructifères sont éloignées les unes des autres, de sorte qu'il faut une bonne vue pour les distinguer. Ce Champignon se produit chez les maraîchers dans les meules à l'air, et chez les champignonnistes il est assez commun. Quand les mises de blanc qui servent à fertiliser une meule nouvelle contiennent le *vert-de-gris,* la culture avorte souvent et la *récolte peut être nulle*.

» Pour se mettre à l'abri de l'invasion de cette moisissure, il faut examiner le blanc avec le plus grand soin. La description suivante permettra de reconnaître le parasite même quand il est jeune et peu développé et difficilement discernable à l'œil nu.

» C'est un Champignon filamenteux, constitué par un fin mycelium sur lequel se dressent de courts pédicelles simples ou ramifiés un petit nombre de fois, terminés par des spores ovoïdes, de 3μ à 4μ de long sur 2μ de large; assez souvent, au-dessous du renflement terminal, on en observe un autre; dans quelques cas deux spores s'observent à l'extrémité des jeunes rameaux. La description précédente s'applique aux glomérules jeunes et blancs. Bientôt les pédicelles fructifères se multiplient et on n'observe

plus que des masses arrondies formées de très nombreuses spores jaunes. Je désignerai le Champignon dont il s'agit, type d'un genre nouveau, sous le nom de *Myceliophthora lutea*, sp. nov.

» *Plâtre*. — Le *Plâtre* est une moisissure blanche qui se développe souvent en assez grande abondance sur le fumier pour que celui-ci soit comme saupoudré de plâtre. Cette maladie, très commune à la suite de la guerre de 1870, est aujourd'hui, par suite d'un changement de nourriture des chevaux d'omnibus, moins fréquente; elle a été à cette époque un véritable fléau.

» Le Champignon microscopique qui produit cette affection est encore une Mucédinée se présentant en arbuscules à rameaux verticillés par trois, ou opposés ou alternes. Les rameaux de la partie supérieure sont fertiles; on y voit naître des capitules sporifères d'abord simples qui se compliquent de la manière suivante. Au lieu des cellules ovoïdes, on remarque comme deux massues soudées l'une sur l'autre à angle droit; la tête de la deuxième massue libre s'isole pour donner une spore. Les spores sont réniformes, ovales ou en coin; elles mesurent 4μ sur 2μ. Je ne connais pas d'autre exemple d'un tel mode d'insertion des spores, aussi désignerai-je cette plante sous le nom de *Verticilliopsis infestans* gen. nov., sp. nov.

» *Chanci*. — La distinction de la troisième maladie du blanc, désignée sous le nom de *chanci* [1], a exigé beaucoup de sagacité de la part des champignonnistes; l'importance des dégâts dus à ce parasite explique les efforts qu'ils ont dû faire pour le reconnaître.

» Cette moisissure se développe surtout chez les maraîchers qui fabriquent le blanc pendant l'hiver à l'air; elle paraît en relation avec le froid et s'observe à la périphérie des meules. Son aspect est tout à fait celui du blanc : cela tient à ce que le blanc se trouve recouvert d'un lacis de filaments grêles qui sont dus au parasite. L'odeur seule permet de reconnaître le chanci, si l'on ne se sert pas de microscope : c'est une odeur de rance très caractéristique, qui ne peut pas être confondue avec le parfum agréable du blanc pur. Je n'ai pas pu observer jusqu'ici d'organes de reproduction en rapport avec les filaments fins, ramifiés, souvent renflés par place qui constituent le chanci.

» A côté des Cryptogames précédents, un insecte doit être cité comme produisant de très graves dégâts dans un grand nombre de carrières : il porte le nom vulgaire de *Moucheron*.

---

(1) Chancissure, synonyme de moisissure.

» *Moucheron.* — J'ai soumis ce Diptère à l'examen de M. Giard, qui a bien voulu me le déterminer. C'est le *Sciara ingenua* Léon Dufour, qui est décrit comme habitant à l'état de larve les Bolets, les Agaricinées. Il se multiplie avec une telle rapidité dans certaines carrières, que la place doit être abandonnée *pendant deux ou trois ans,* immédiatement après *une seule culture.*

» Lorsque l'Insecte noircit une meule déjà goptée, c'est-à-dire recouverte de sable calcaire, il n'est pas très nuisible : il salit un peu le Champignon et rend le travail très pénible aux ouvriers. Mais il est très redoutable quand il s'abat sur une meule, avant le goptage, pour y pondre. Dans ce cas, on peut renoncer à tout espoir de récolte; le fumier de la meule et, par cela même le blanc, sont découpés et hachés par les larves, et quand on ouvre cette masse, qui ne donne *pas un Champignon,* l'intérieur a l'aspect de terreau.

» L'acide sulfureux, qui tue les spores du parasite de la *Molle* (1), serait probablement efficace pour la destruction du Diptère précédent. La désinfection par ce gaz des carrières abandonnées, parce que la culture y est devenue impossible par suite de l'invasion de la Molle et du Moucheron, les rendrait comparables à des carrières neuves où la culture réussit toujours. Je suis en train d'appliquer en grand cette méthode à plusieurs caves où ces maladies ont sévi avec violence. »

GÉOLOGIE. — *Sur le rôle, la distribution et la direction des courants marins en France, pendant le crétacé supérieur.* Note de M. **Munier-Chalmas**, présentée par M. Fouqué.

« Lyell, d'Orbigny, Barrande, Neumayr ont déja tenté d'expliquer un certain nombre de faits paléontologiques, encore peu connus, par l'intervention des courants marins.

» Mais comme les notions nécessaires à l'étude de ces courants sont surtout basées sur la répartition des faunes marines, j'indiquerai brièvement leur distribution géographique.

» Neumayr a mis en évidence que la répartition des animaux dans les mers jurassiques montre que la température des eaux marines devait diminuer à mesure que l'on s'avançait vers le nord.

(1) Costantin et Dufour, *Bull. de la Soc. bot. de France,* séance du 11 mars 1892.

» Aujourd'hui il est facile de grouper, grâce aux données paléontologiques, les mers secondaires et tertiaires, dans trois zones principales :

» La première zone qui, suivant les cas, s'avance plus ou moins au nord et au sud de l'équateur, renfermera les mers chaudes et méridionales, comprises en Europe, dans les régions préméditerranéennes.

» La deuxième zone comprendra les mers tempérées du Jura et du bassin anglo-parisien, etc.

» Enfin la troisième zone réunira les mers boréales du nord de l'Europe, dont la température sera encore relativement plus froide.

» Ce n'est guère que vers la fin de la période tertiaire que l'on voit distinctement une quatrième zone manifester son existence, en arrière de la zone boréale : je veux parler de la zone polaire renfermant la faune arctique.

» Pendant une même époque, la limite respective de ces différentes zones pourra être très variable par rapport aux parallèles, suivant que les courants méridionaux remonteront vers le nord ou que les courants froids descendront vers le sud.

» La faune cénomanienne des mers méridionales est surtout caractérisée par la présence de nombreux Rudistes appartenant aux genres *Caprina*, *Sellea*, *Caprotina*, *Polyconites*, *Sphærulites*, *Radiolites*, *Apricardia*, puis par les *Ostrea flabellata*, *biauriculata* et l'*Orbitolina concava*.

» La faune turonienne et sénonienne des mêmes mers est représentée par de nombreuses espèces de *Radiolites*, de *Sphærulites* et d'*Hippurites*, par des Foraminifères (*Lacazina*, *Periloculina*) et par des algues calcaires (*Lithothamnium*); on y constate l'absence presque complète des *Belemnitella*.

» Les mers cénomaniennes de la zone tempérée ne renferment plus qu'accidentellement les êtres dont je viens de parler. Aux époques turonienne et sénonienne, les Rudistes ne sont plus également que très exceptionnellement représentés dans les mers de la deuxième zone; mais les *Belemnitella*, les *Micraster*, les *Ananchytes* prennent une remarquable extension.

» Enfin les mers boréales turoniennes et sénoniennes seront caractérisées par le grand développement des *Belemnitella* et par la présence de Brachiopodes spéciaux : *Rhynchora*, *Rhynchorina*.

» En partant de ces données, je vais pouvoir préciser la direction des courants dont j'ai à parler.

» Depuis la Dalmatie, l'Istrie, le Frioul, le Bellunais, jusque dans le

Vicentin et le Véronais, les mers cénomaniennes, turoniennes et sénoniennes du versant sud des Alpes, étaient protégées des courants venant du nord, par le relief alpin. Elles renfermaient de nombreux Rudistes et des Échinides spéciaux aux régions méridionales. Je n'ai jamais constaté la présence de *Micraster* ni de *Belemnitella* dans les mers turoniennes ou sénoniennes de ces régions.

» Cependant, à partir du Beausset, ces mêmes assises, que l'on retrouve aux Martigues et sur les versants nord et sud des Pyrénées, jusque dans l'Aquitaine, sont interrompues quelquefois par des couches renfermant des *Micraster* appartenant, suivant les points, soit à des espèces venant du nord, soit à des formes spéciales aux régions plus chaudes.

» Aux époques qui nous occupent, les mers crétacées du bassin de Paris communiquaient avec les mers voisines par quatre détroits : au sud-est, le détroit morvano-vosgien les mettait en rapport avec les mers delphino-provençales; au sud-ouest, le détroit du Poitou permettait la communication avec l'Aquitaine; un peu plus à l'ouest, le synclinal de la Manche amenait des relations avec l'océan Atlantique; enfin le grand canal du Nord, dont le rôle si important a été bien mis en évidence par M. Hébert, permettait aux courants boréaux d'arriver, soit en Angleterre, soit dans le bassin de Paris.

» Très probablement, par suite d'une simple différence de niveau entre la mer cénomanienne de l'Aquitaine et celle du bassin de Paris, c'est-à-dire dans des conditions analogues à celles qui déterminent l'entrée des eaux de l'océan Atlantique dans la Méditerranée par Gibraltar, les courants du sud pouvaient pénétrer dans le bassin de Paris et amener dans le Maine une partie de la faune méridionale, *Caprotina, Radiolites, Apricardia, Ostrea flabellata, Ostrea biauriculata*.

» La faune sénonienne fournit encore une preuve de la direction des courants du sud vers le nord; ils amenaient par le détroit du Poitou, de l'Aquitaine en Touraine, des animaux qui ne se retrouveront ni à l'est, ni au nord : *Micraster brevis, Ostrea Matheroniana, Ostrea plirifera, Rhynchonella vespertilio*.

» En remontant vers le nord, les assises sénoniennes supérieures sont caractérisées par des Micraster spéciaux; les *Belemnitella* commencent à apparaître, mais elles seront en progression à mesure que l'on se rapprochera des régions boréales; en Scanie (Suède), elles atteindront leur maximum de développement. Les courants marins descendant des régions boréales vers le sud amènent dans le bassin de Londres et de Paris la *Be-*

lemnitella quadrata et la *Belemnitella mucronata;* arrêtés vers le sud-ouest par les courants du détroit du Poitou et de la Manche, ils se dirigent vers le sud-est, franchissent le détroit morvano-vosgien, longent le bord est du plateau central en passant par Dijon, Chalon, Mâcon; mais, par suite de la configuration orographique du plateau central au nord de Lyon, ils sont rejetés vers l'est, dans les Alpes du Dauphiné. Leur parcours est indiqué, soit par la présence des *Micraster du bassin de Paris*, soit par celle de la *Belemnitella mucronata*.

» Continuant leur marche vers le sud, ils arrivent jusque dans les Alpes maritimes où l'on retrouve encore les Micraster du nord, *Micraster cortestudinarium*, *Micraster cor-anguinum*. Partout sur leur trajet, jusqu'à leur arrivée dans la Méditerranée, par suite d'un abaissement de température, ils empêchent le développement des *Rudistes*, qui sont cependant si nombreux dans l'Aquitaine, sous la même latitude. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *La vaccination tuberculeuse sur le chien.* Note de MM. **J. Héricourt** et **Ch. Richet**, présentée par M. Verneuil.

« Plusieurs physiologistes ont déjà tenté de vacciner contre la tuberculose par des inoculations de bacilles tuberculeux de virulence atténuée. On avait pensé aussi (MM. Grancher et H. Martin, d'une part, MM. Courmont et Dor, de l'autre), à une sorte d'antagonisme entre les bacilles tuberculeux aviaires et les bacilles tuberculeux humains. Mais les expériences, faites sur des cobayes ou des lapins, ont été contradictoires et n'ont pas donné de résultats décisifs.

» Nous-mêmes, expérimentant sur des singes, nous n'avions pas pu protéger ces animaux contre la tuberculose humaine par une inoculation aviaire préalable; et, si nous avons quelque peu retardé l'évolution de la tuberculose humaine, nous n'avons malheureusement pas pu l'enrayer. Les deux singes, vaccinés avec du bacille aviaire, inoffensif pour eux, sont finalement morts tuberculeux quand nous leur eûmes injecté de la tuberculose humaine.

» Mais avec les chiens, qui sont à peu près réfractaires au tubercule aviaire et très sensibles au tubercule humain, l'expérience réussit très bien, et la vaccination est évidente.

» Voici cette expérience, que le graphique ci-joint (*fig.* 1) explique nettement :

» Le 5 décembre 1891, nous inoculons, par injection dans la veine saphène, quatre chiens, qui reçoivent chacun 1^{cc} de culture tuberculeuse humaine.

» Deux de ces chiens servent de témoins : ils n'avaient reçu aucune inoculation

Fig. 1.

120 116 112 108 104 100 96 92 88 84 80 76 72 68 64 60 56 52 48 44 40 36 32 28 24 20 16 12 8 4
JOURS
21 MARS
5 DÉCEMBRE
NON VACCINÉS
VACCINÉS

Durée de la vie comparativement chez des chiens vaccinés et non vaccinés contre la tuberculose humaine.

Les deux chiens vaccinés (à droite de la figure) sont encore vivants aujourd'hui. La hauteur des lignes indique le nombre des jours de vie.

tuberculeuse préalable. Ils meurent tous les deux le même jour, le 27 décembre, avec des lésions tuberculeuses très prononcées.

» Les deux autres chiens avaient reçu : l'un une fois (le 10 octobre), l'autre deux fois (en juin et en octobre) des injections intra-veineuses de culture aviaire. Ces deux chiens sont encore vivants aujourd'hui, et, après avoir été malades quelque temps, semblent à présent en bonne santé (21 mars 1892). Ils pèsent exactement le même poids (12^{kg} et $12^{kg},500$) que le jour de l'inoculation tuberculeuse [1].

» Ainsi cette expérience, quoique ne portant que sur quatre chiens, est très probante; car la durée (minimum) de la vie pour les chiens vaccinés est de 122 jours; tandis que la durée de la vie, pour les chiens non vaccinés, n'a été que de 22 jours.

» Il est bon de remarquer que, sur huit autres chiens, dans d'autres expériences faites par nous, l'injection intra-veineuse d'une culture virulente de bacilles tuberculeux humains a amené la mort en peu de temps (27, 52, 15, 15, 29, 16, 49, 18 jours, soit, en moyenne, 25 jours). Cela indique bien à quel point cette persistance de la vie chez nos deux chiens vaccinés est remarquable.

» Ainsi il est établi que, *par une inoculation préalable de tuberculose aviaire, on peut vacciner les chiens contre la tuberculose humaine.*

» Il semble d'ailleurs que la tuberculose aviaire peut aussi vacciner les chiens contre la tuberculose elle-même.

» En effet, comme l'a montré M. Courmont (voir Arloing, *Leçons sur la tuberculose*), par une série de cultures successives en milieux liquides, la tuberculose aviaire change de caractère, et elle finit par pouvoir tuer les chiens, quand elle est injectée, à dose même modérée, dans les veines. Or les chiens qui ont reçu, avant cette injection de culture aviaire modifiée, des inoculations préalables de culture aviaire moins virulente, résistent, tandis que les chiens témoins résistent mal.

» Voici l'expérience qui le prouve :

» Dix chiens reçoivent le même jour dans la veine chacun 1^{cc} de tuberculose aviaire virulente, modifiée par des passages successifs. De ces dix chiens, quatre ont reçu, un mois auparavant, de la tuberculose aviaire; les six autres sont vierges de toute vaccination. Le poids des quatre vaccinés reste le même, et ils ne sont même pas malades. Au contraire, sur les six chiens non vaccinés, trois meurent, un est fort malade, et les deux autres restent assez bien portants.

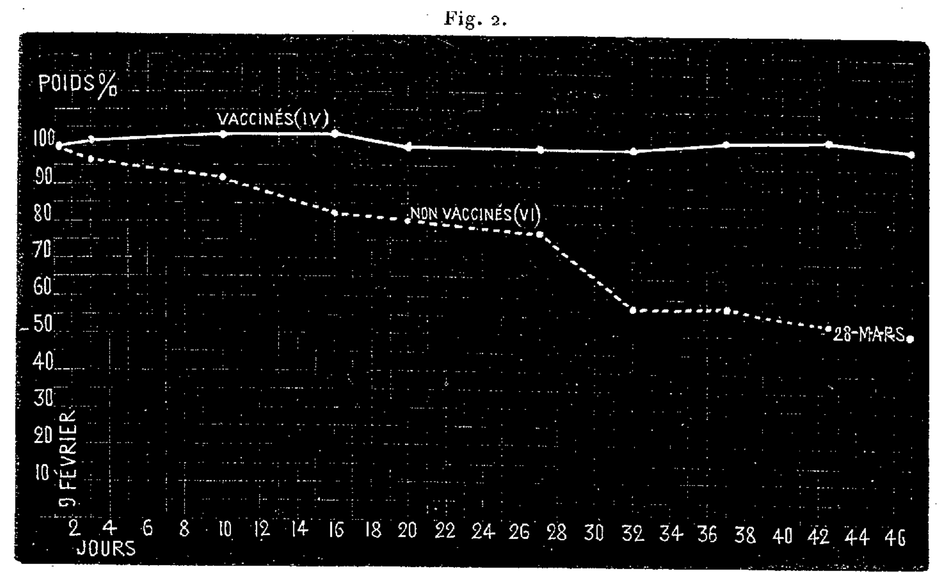
---

(1) Un de ces deux chiens a eu, ces jours derniers, une tumeur de l'articulation du genou, tumeur qui a suppuré et suppure encore.

» Le graphique ci-joint indique la marche de l'expérience (*fig.* 2).

» Cette nouvelle expérience prouve, ainsi que la précédente, que l'on peut espérer trouver dans les divers bacilles tuberculeux des variétés qui

Fig. 2.



Poids relatifs d'un lot de quatre chiens vaccinés et d'un autre lot de six chiens non vaccinés. Les dix chiens ont été inoculés avec de la tuberculose aviaire très virulente le 9 février. Des six chiens non vaccinés, trois sont morts; et dès les premiers jours les six ont baissé de poids. Les quatre chiens vaccinés n'ont pas subi la moindre diminution de poids et n'ont pas été malades.

amènent la vaccination, et que, probablement, chez plusieurs mammifères, le bacille aviaire, qui est à peu près inoffensif, peut, par son évolution, amener un état de vaccination contre le bacille tuberculeux humain (1). »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur une nouvelle diplobactérie pathogène retirée du sang et des urines de malades affectés de grippe.* Note de MM. **Teissier**, **G. Roux** et **Pittion**, présentée par M. Bouchard.

« Dès le mois de mars 1891 nous avons signalé, dans le sang et les urines d'un certain nombre de malades affectés de grippe, l'existence d'un microorganisme nouveau et dont l'injection par voie intra-veineuse détermi-

(1) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

nait chez le lapin presque constamment une affection ayant avec la grippe humaine certaines analogies. Depuis lors, nous avons retrouvé le même microorganisme à différentes reprises et réalisé un nombre d'expériences déjà important. Voici les résultats les plus intéressants de ces recherches.

» Si chez un grippé, pendant la période d'invasion fébrile, on ensemence dans du bouillon de bœuf peptonisé une goutte de sang recueilli avec les précautions antiseptiques d'usage, on constate le plus souvent que le bouillon, maintenu à l'étuve à 37°, est devenu fertile au bout de trente-six à quarante-huit heures et renferme des éléments groupés en fines chaînettes, courtes, immobiles, ressemblant à des streptocoques. Jusqu'en octobre dernier nous n'avions trouvé dans le sang que ces seuls éléments (streptocoques ou streptobacilles?), mais, depuis lors, nous les avons rencontrés associés à des organismes isolés en forme de diplobacilles, visibles parfois sur les préparations fraîches et absolument semblables à ceux que nous avons pu extraire de l'urine le jour où (le sang cessant d'être fertile) les urines primitivement stériles devenaient fertiles à leur tour. Au moment, en effet, de la défervescence fébrile, surtout si la rate diminue brusquement de volume, les urines peuvent devenir fertiles et donner lieu à des cultures constituées par des bacilles très courts ayant presque l'apparence de *cocci*, groupés deux à deux, entourés d'un halo clair, et mobiles quand ils ne sont pas colorés. Ces éléments se colorent très nettement par la méthode de Ziehl; mais ils prennent moins bien les couleurs basiques d'aniline.

» Sur gélatine, à la température de 15° à 18°, ces diplobacilles donnent naissance à de petites colonies en glacier rappelant les colonies du bacille d'Eberth. Sur pomme de terre, les cultures sont à peine visibles; mais les éléments qui les constituent sont beaucoup plus allongés, et, fait caractéristique, deviennent *sporifères*. Le bouillon ensemencé avec de semblables colonies est particulièrement virulent.

» Nous ne sommes pas en mesure encore d'affirmer que la présence de ces deux éléments n'est pas le fait d'une association microbienne. Cependant quelques expériences faites *in vitro* (*Soc. des Sc. méd.*, Lyon, 10 juin 1890) nous porteraient plutôt à envisager ces deux formes comme l'expression d'un polymorphisme très développé; de même, les résultats des injections intra-veineuses semblent absolument identiques, que l'on ait fait usage pour l'injection de bouillon ensemencé avec le diplobacille retiré des urines, ou avec les chaînettes provenant du sang. Seul le

bouillon ensemencé avec les cultures sporifères de la pomme de terre a réellement modifié l'allure générale de la maladie inoculée au lapin, ainsi que le prouvent ces deux séries d'expériences.

» Série I. — *Injections réalisées avec le bouillon ensemencé directement avec le sang ou les urines d'un malade atteint de grippe.* — Après une injection de 1^{cc} à 3^{cc} de bouillon dans la veine auriculaire, se produit rapidement une élévation sensible de la température, avec phénomènes nerveux prononcés (anhélation, parésie du train postérieur, parfois du vertige, rarement des convulsions).

» Au bout de trente-six à quarante-huit heures, le thermomètre, qui était monté à 41° environ, redescend à 38°, 5 ou 39°, pour remonter bientôt d'une façon progressive à un taux plus élevé et restant tel jusqu'à la mort qui arrive en général au milieu de convulsions, dans l'asthénie et avec un amaigrissement extrême vers le douzième ou le quinzième jour.

» Les résultats de l'autopsie ont toujours été identiques; reins volumineux et congestionnés, parfois œdémateux, souvent blancs et dégénérés avec des lésions des épithéliums démontrées par l'examen histologique.

» Vingt-quatre lapins ont été inoculés dans ces conditions : dix-huit avec du diplobacille en culture pure, six avec des éléments groupés en chaînettes. Du premier groupe, dix sont morts du onzième jour au seizième. Trois lapins, qui avaient survécu à la suite d'une première injection, sont morts après une seconde inoculation faite avec des cultures peu virulentes. La première injection n'aurait donc pas eu d'effet vaccinant, mais au contraire une action favorisante, ce qui est conforme d'ailleurs avec nos notions sur la fréquence des rechutes et des récidives dans la grippe. Quant aux six lapins inoculés avec les cultures de streptobacille, ils sont tous morts dans un laps de temps à peu près égal et avec des courbes thermométriques similaires.

» Série II. — *Injections avec du bouillon ensemencé avec une culture sporifère de la pomme de terre.* — Les accidents revêtent un caractère quasi foudroyant. L'animal succombe dans un laps de temps variant de quelques heures à deux ou trois jours. A la première ascension thermique succède très brusquement une hypothermie très prononcée (parfois de 4°); l'animal peut succomber alors dans le collapsus thermique. D'autres fois la température se relève, l'hyperthermie s'accuse d'une façon rapidement progressive; l'animal a de la diarrhée, du vertige, de la parésie du train postérieur, souvent des convulsions et la mort survient. Cette évolution trouve chez l'homme, comme nous l'avons montré depuis (*Soc. de Méd. de Lyon*, 25 janvier 1892), son pendant exact. Souvent même les tracés sont absolument superposables.

» Ces accidents relèvent, sans contredit, d'une intoxication aiguë par les produits de sécrétion fabriqués par ces bacilles. Bien que nous n'ayons pu les définir encore, nous en avons révélé la présence dans quelques-unes de nos expériences où nous avons vu nettement l'injection de 2^{cc} de *bouillon filtré de diplobacille* exagérer les effets de l'inoculation ultérieure d'une culture peu virulente. D'autre part, dans une expérience toute récente,

nous avons pu produire chez le lapin la gangrène des deux oreilles, avec œdème et asphyxie locale, en inoculant dans la veine auriculaire du sérum constaté stérile, provenant du sang d'une grippée qui, pendant la vie, avait présenté dans son sang le diplobacille caractéristique.

» L'avenir montrera quelle part on peut faire à cet élément dans l'étiologie de la grippe. Ce que nous pouvons affirmer dès aujourd'hui, c'est que cet organisme, dont le polymorphisme rendrait très simplement compte des divergences si nombreuses qui ont divisé les bactériologistes, lors des premières recherches faites sur la pathogénie de la grippe, n'a jusqu'ici été retrouvé que dans la grippe; qu'en tout cas, ses propriétés si remarquables de donner naissance à des spores dans les cultures sur pomme de terre, comme ses effets pathogènes indiscutables chez le lapin, réalisent un ensemble de caractères qui nous semble ne pas avoir encore été décrit, et, à ce titre au moins, mérite une sérieuse attention. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mesures des variations de longueur des glaciers du Dauphiné (massif du Pelvoux).* Note du Prince **Roland Bonaparte**, présentée par M. Daubrée.

« Au cours de plusieurs voyages dans les Alpes françaises, nous avons eu l'occasion de faire de nombreuses observations sur leurs glaciers et de recueillir d'abondants renseignements sur leurs mouvements d'avancement et de recul.

» Pour préciser davantage et pour pouvoir exprimer en chiffres la grandeur de ces mouvements, nous avons établi ou fait établir, en 1890, un certain nombre de repères au pied de 16 glaciers du massif du Pelvoux. Quand cela a été possible, nous avons levé le plan topographique détaillé du front du glacier qui, en même temps, a été photographié d'un point repéré avec soin. Ces opérations, répétées chaque année, nous fourniront et nous ont même déjà fourni des données précises sur les oscillations des glaciers; elles nous permettront peut-être un jour de rattacher ce phénomène aux phénomènes généraux de l'atmosphère.

» Les résultats déjà acquis pour les 16 glaciers étudiés, qui ont de 1^{km} à 6^{km} de long, peuvent être présentés succinctement de la façon suivante :

» En 1890, 6 avançaient, 8 reculaient, 2 étaient stationnaires.

» En 1891, nous avons constaté, au moyen de nos repères, pour ces mêmes 16 glaciers, que 6 avançaient, 5 reculaient, 5 étaient stationnaires.

» Voici les noms et la valeur en mètres de l'allongement ou du raccourcissement de ces glaciers; les mesures ont été prises pendant les mois de septembre et d'octobre de 1890 et de 1891.

Glaciers ayant avancé.

» 1. Glacier du Rateau. — Avancement de 13^m en 371 jours;
» 2. Glacier des Étançons, Branche Est. — Avancement de 5^m à 6^m en 347 jours;
» 3. Glacier de l'Homme. — Avancement de 23^m en 360 jours;
» 4. Glacier du Casset. — Avancement de 39^m en 372 jours;
» 5. Glacier du Monestier. — Avancement de 12^m en 371 jours;
» 6. Glacier Blanc. — Avancement de 41^m en 370 jours.

Glaciers ayant reculé.

» 1. Glacier de la Selle. — Recul de 11^m en 360 jours;
» 2. Glacier de Seguret-Foran. — Recul de 8^m en 372 jours;
» 3. Glacier Noir. — Recul de 10^m en 369 jours;
» 4. Glacier du Chardon. — Recul de 10^m en 345 jours;
» 5. Glacier du vallon de Lanchâtra. — Branche Ouest : recul de 14^m en 338 jours; Branche Est : recul de 8^m en 338 jours.

Glaciers stationnaires, c'est-à-dire dont la position, par rapport aux repères, était la même aux époques indiquées ci-dessous.

» 1. Glacier du Plaret. — 26(IX)1890 — 10(IX)1891;
» 2. Glacier de la Meije. — 30(IX)1890 — 5(X)1891;
» 3. Glacier du Clot des Cavales. — 2(X)1890 — 7(X)1891;
» 4. Glacier de la Plate des Agneaux. — 2(X)1890 — 7(X)1891;
» 5. Glacier du Sélé. — 13(X)1890 — 13(X)1891.

» On voit donc que, de 1890 à 1891, trois glaciers ont cessé de reculer pour devenir stationnaires, ce qui montrerait que nous sommes à la fin de la période de recul général qui avait commencé, il y a environ trente-cinq ans; mais le début de la période d'avancement dans le massif du Pelvoux serait assez récent, car, d'après les renseignements que nous avons recueillis, les premiers glaciers qui se sont mis à avancer et que nous avons énumérés ci-dessus ont commencé leur mouvement, il y a quelques années seulement.

» Aux mesures exactes que nous avons données, il convient d'ajouter les observations moins précises faites à notre demande par les guides du pays en 1891; elles portent sur 38 autres glaciers du Pelvoux et peuvent être résumées comme suit :

» 8 glaciers avancent; 20 glaciers reculent; 10 glaciers sont stationnaires.

» En 1891, nous avons repéré 15 glaciers en Savoie et 20 dans les Pyrénées. Dans ces deux régions, la plupart des glaciers reculent encore, mais ils se gonflent dans leur région supérieure, ce qui annonce une prochaine marche en avant. »

M. Zenger adresse une réclamation de priorité, à l'occasion de diverses Communications présentées récemment à l'Académie sur des correspondances entre les variations solaires et les perturbations atmosphériques ou magnétiques, et rappelle que déjà, en 1876, dans les « Comptes rendus de la Société royale des Sciences de Bohême », en 1877, dans le « Bulletin de l'Observatoire de Paris », en 1878, au Congrès international de Météorologie, à Paris, etc., il avait établi une relation entre les phénomènes météorologiques et les phénomènes solaires.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 mars 1892.
(*Suite.*)

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, 9e série, t. III. Toulouse, Douladoure-Privat, 1891; in-8°.

Observatoire de Neuchâtel. — Catalogue d'étoiles lunaires, par le Dr J. Hilfiker. Neuchâtel, Attinger frères, 1891; in-4°.

Beiträge zur Erforschung der Molecularkräfte in chemisch-einfachen Substanzen auf Grundlage der Thermodynamik, von I. Weinberg. Moskau, 1892; fasc. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Report of the commissioner of education for the year 1888-89. Vol. 1 et 2. Washington, 1891; in-8°.

Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger, *during the years* 1873-76. London, 1891; gr. in-4°.

Results of observations of the fixed stars made with the meridian circle at the government Observatory Madras in the years 1871, 1872 *and* 1873. Madras, 1892; gr. in-4°.

Pamietnik Akademii umiejetnosci w. Krakowie. Serya I, t. 18. Krakowie, 1891; in-4°.

Rozprawy Akademii umiejetnosci wydzial matematyczno. Przyrodniczy. Serya II, t. I. Krakowie, 1891; in-4°.

Rocznik zarzadu Akademii umiejetnosci w. Krakowie. Rok 1889. Krakowie, 1890; in-8°.

Akademija umiejetnosci w. Krakowie. Sprawozdanie Komisyi Fizyjograficznej. T. 25, 1891; in-8°.

Akademija umiejetnosci w. Krakowie. Sprawozdanie Komisyi Fizyjograficznej. 1890; in-8°.

Zbior Wiadomosci do Antropologii Krajowej. Tome XIV, 1890. Krakowie, 1890; in-8°.

Wydawnictwo Akademii umiejetnosci W. Krakowie. — Distributio plantarum vasculosarum in montibus Traticis. Krakowie, 1889-1890; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 mars 1892.

Éloge de Chabert, deuxième directeur de l'école royale vétérinaire d'Alfort, Correspondant de l'Institut de France, par Paul Cagny. Paris, A. Maulde, 1890; br. in-8°.

Annales médico-psychologiques, 7[e] série, t. XV. Paris, G. Masson, 1892; fasc. in-8°.

Recherches sur les cuirs employés aux chaussures, par A. Balland. Paris, V[ve] Rozier, 1891; br. in-8°.

Bulletin du Ministère des Travaux publics. — Statistique et législation comparée, 12[e] année, t. XXIV, décembre 1891. Paris, Imprimerie nationale, 1891; fasc. in-8°.

Archives italiennes de Biologie, sous la direction de A. Mosso, professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Turin, H. Loescher, 1892; fasc. gr. in-8°.

On the primitive characters of the flint implement of the chalk plateau of Kent, etc., by Joseph Prestwich. London, Harrison and sons, 1892; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 MARS 1892.

Tablettes zoologiques, publiées sous la direction de AIMÉ SCHNEIDER, professeur à la Faculté des Sciences, t. III et IV. Poitiers, Blanchier, 1892; in-8°.

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. — Rapports du Jury international, publiés sous la direction de M.* ALFRED PICARD, *Président de section au Conseil d'État.* — Classe 75 : *Viticulture, Rapport de M.* GEORGES COUANON, inspecteur général des services du Phylloxera au Ministère de l'Agriculture. Paris, Imprimerie nationale, 1891; in-4°.

Notice sur les titres et les travaux scientifiques du Dr FÉLIX GUYON, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, chirurgien de l'hôpital Necker, membre de l'Académie de Médecine, ancien président de la Société de Chirurgie. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. LANNELONGUE, professeur de Pathologie chirurgicale à la Faculté de Médecine, chirurgien de l'hôpital Trousseau, membre de l'Académie de Médecine; février 1892. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; in-4°.

Société de Géographie. — Comptes rendus des séances, 1892; br. in-8°.

СРПСКА КРЉЕВСКА АКАДЕМИІА *Споменик*, X, XII et XIII. БЮГРАД, 1891-92; 3 vol. in-4°.

Meteorological observations made at the Adelaïde Observatory and other places south Australia and the Northern territory during the year 1889. Adélaïde, 1891; gr. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 mars 1892.)

Note de M. *H. Le Chatelier*, Sur la température du Soleil :

Page 737, dernière ligne, *remplacez* $10^{6,7}.T^{\frac{3210}{T}}$ *par* $10^{6,7}.T^{-\frac{3210}{T}}$.
Page 738, dernière ligne du premier Tableau, *remplacez* 1,49 *par* 31.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 AVRIL 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance de lundi prochain 18 avril est remise au mardi 19.

ASTRONOMIE. — *Sur une nouvelle détermination de la latitude de l'Observatoire de Paris.* Note de M. **Mouchez**.

« La latitude de l'Observatoire de Paris, qui a déjà donné lieu à tant de recherches sans que l'on puisse parvenir à la connaître avec une suffisante exactitude, vient d'être de nouveau déterminée par deux de nos observateurs les plus expérimentés, MM. Périgaud et Boquet, dont j'ai l'honneur de

présenter les résultats à l'Académie [1]. L'intérêt qui s'attache à cette question se trouve aujourd'hui augmenté par la différence des résultats assez régulière que l'on obtient selon les saisons où l'on observe, et attribuée par les astronomes allemands à une variation annuelle de l'axe des pôles.

» La difficulté de résoudre cette question consiste d'abord dans l'extrême précision qu'elle nécessite. Les deux séries d'observations nouvelles apportées dans cette discussion s'accordent bien entre elles, au $\frac{1}{10}$ et même au $\frac{1}{100}$ de seconde (toutes deux donnent 48°50′11″,01), mais elles diffèrent de 0″,8 de la moyenne adoptée jusqu'ici pour la latitude de l'Observatoire de Paris et leur accord remarquable ne peut être d'ailleurs qu'un peu accidentel, si l'on se rappelle que sur la surface du globe le $\frac{1}{10}$ et le $\frac{1}{100}$ de seconde ne représentent qu'un bien minime déplacement de 3^m ou de $0^m,30$ qu'il s'agit de mesurer avec la seule observation des étoiles.

» Peu de temps après mon arrivée à l'Observatoire de Paris, en 1878, j'avais prié notre très habile chef du Bureau des calculs, M. Gaillot, de faire une étude un peu complète des nombreuses séries de latitudes déterminées depuis une vingtaine d'années, et d'en déduire non seulement la moyenne la plus probable, mais aussi la stabilité de la verticale ou sa variabilité, si elle existait, comme quelques-uns le supposaient alors. Le Mémoire de M. Gaillot a été inséré aux *Comptes rendus* de 1879; la latitude moyenne de 1077 observations dues à 10 observateurs différents a été trouvée de 48°50′11″,8.

» Il semble utile de rappeler aujourd'hui qu'en classant ces observations par mois, M. Gaillot a fait ressortir une variation assez régulière donnant un minimum en hiver et un maximum en été, avec un écart total de 0″,5, qui confirmerait complètement ce que les astronomes allemands croient avoir constaté dans ces dernières années. L'existence de cette variation annuelle paraît donc acquérir quelque certitude; mais il semble, jusqu'ici, plus naturel de l'attribuer à la variation encore inconnue de quelques-uns des éléments qui entrent dans la détermination de la latitude, et principalement à l'influence des températures sur les réfractions astronomiques, qu'à une variation réelle de l'axe de la Terre.

» Je ne puis me dispenser, à cette occasion, de signaler encore à l'Académie les trop mauvaises conditions physiques dans lesquelles se trouve notre Observatoire dans l'atmosphère parisienne, pour prendre utilement part à de si délicates recherches; ce n'est que par de très nombreuses et

---

(1) Voir plus loin, p. 895 et 896.

laborieuses observations que nous pouvons surmonter les difficultés qui en résultent.

» Pour l'observation de la polaire, par exemple, qui est la plus fréquente, l'Observatoire se trouve placé dans une position tout à fait défavorable à l'extrémité sud de la ville, de telle sorte que les pointés sur cette étoile passent à quelques centaines de mètres au-dessus d'une étendue de 10^{km} à 12^{km} de maisons et d'usines, à travers une atmosphère profondément troublée, surtout en hiver et par les temps calmes. Les couches d'air ne doivent plus y avoir ni la même température, ni la même densité, ni le même parallélisme que du côté sud au-dessus de la campagne, d'où il est facile d'apercevoir souvent un banc de brume qui couvre la ville, s'illumine vivement le soir avec l'éclairage des rues et voile une grande partie inférieure de la tour Eiffel quand son extrémité supérieure reste bien visible. Dans de telles circonstances, il paraît évident que les réfractions astronomiques peuvent subir, du côté du nord, des irrégularités accidentelles des quelques dixièmes de seconde sur lesquels repose la solution d'une question, et qui suffisent à enlever à nos observations le degré de précision qu'elles devraient et pourraient avoir. Ces mauvaises conditions nous font donc perdre une partie de l'excellence de notre matériel scientifique et de l'habileté de nos observateurs, et ce n'est que par un grand surcroît de travail que nous pouvons, jusqu'à un certain point, nous en affranchir. Elles nous placent dans un état d'infériorité relative vis-à-vis des autres Observatoires de France et de l'étranger, tous, sans exception aujourd'hui, placés en dehors des villes. Je ne saurais trop insister sur ce fait que j'ai déjà plusieurs fois mais inutilement signalé. »

PHOTOGRAPHIE ASTRONOMIQUE. — *Note de M.* **Mouchez**, *accompagnant une photographie stellaire obtenue par M. le Dr* Gill, *directeur de l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance.*

« M. Mouchez présente à l'Académie une splendide photographie reproduisant un cliché de la dimension de ceux de la Carte du Ciel de 2° de côté, mais pour lequel la durée de pose a été de $3^h 12^m$ au lieu de 1^h.

» Sur cette reproduction, on voit deux grandes nébuleuses, plusieurs amas de matière nébulaire et un très grand nombre d'étoiles que sur le cliché M. Gill estime à 30 000 ou 40 000.

» Si une telle durée de pose avait été pratiquement possible pour la

Carte du Ciel, c'est donc environ 300 millions d'étoiles au lieu de 20 ou 30 millions dont nous aurions pu fixer l'image et la position actuelles pour les astronomes de l'avenir. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Écoulement par les orifices rectangulaires, sans contraction latérale : calcul théorique de leur débit et de sa répartition*; par M. **J. Boussinesq**.

« I. Passons maintenant au cas d'un orifice rectangulaire allongé, de largeur $2b$ (¹). Le débit par unité d'aire, supposé encore fonction entière des coordonnées, devra évidemment y être, aux diverses distances η de l'axe longitudinal, $V_0 f\left(\frac{\eta^2}{b^2}\right)$, avec f de la forme

$$(25) \qquad f\left(\frac{\eta^2}{b^2}\right) = \left(c_0 + c_1\frac{\eta^2}{b^2} + c_2\frac{\eta^4}{b^4} + c_3\frac{\eta^6}{b^6} + \ldots\right)\left(1 - \frac{\eta^2}{b^2}\right),$$

ou, plus simplement, en appelant s le rapport $\frac{\eta^2}{b^2}$,

$$(25\ bis) \qquad f(s) = (\Sigma c_n s^n)(1 - s) = \Sigma c_n(s^n - s^{n+1}).$$

» Sur l'axe, où $s = 0$, la vitesse, normale au plan de l'orifice, se trouvera exprimée par $V_0 f(0) = c_0 V_0$, et, vu sa valeur expérimentale $0,690 V_0$, il viendra, comme première condition imposée aux coefficients c_0, c_1, c_2, ...,

$$(26) \qquad c_0 = 0,690.$$

» Quant au débit total q (par unité de longueur), il aura l'expression $2\int_0^b V_0 f(s)\,d\eta = bV_0\int_0^1 f(s)\frac{ds}{\sqrt{s}}$, et son quotient par $2bV_0$ sera le coefficient de contraction (ou de débit) m.

» Il vient donc pour la moitié de ce coefficient, en substituant finalement à $f(s)$ sa dernière valeur (25 *bis*) et intégrant,

$$(27) \qquad \frac{m}{2} = \frac{1}{4}\int_0^1 f(s)\frac{ds}{\sqrt{s}} = \sum\frac{c_n}{(2n+1)(2n+3)} = \frac{c_0}{1.3} + \frac{c_1}{3.5} + \frac{c_2}{5.7} + \ldots.$$

» Évaluons, d'autre part, la vitesse V dans le plan de l'orifice, aux di-

(¹) Voir le *Compte rendu* de la séance du 28 mars, p. 704.

stances y de l'axe supérieures à b. Chaque élément rectangulaire $d\xi\, d\eta$ de la bande d'orifice comprise entre les deux parallèles $y=\eta$, $y=\eta+d\eta$ à l'axe, exerce au point considéré (x, y) l'*appel* $\frac{dq}{2\pi r^2} = \frac{V_0 f(s)\, d\xi\, d\eta}{2\pi[(\xi-x)^2+(\eta-y)^2]}$, qui a, suivant la perpendiculaire menée de (x,y) à l'axe, la composante $\frac{V_0 f(s)}{2\pi}(y-\eta)\, d\eta[(x-\xi)^2+(y-\eta)^2]^{-\frac{3}{2}} d\xi$. Par suite, celle-ci, intégrée de $\xi=-\infty$ à $\xi=\infty$, donne, comme appel total de la bande en (x, y),

$$\frac{V_0 f(s)\, d\eta}{2\pi(y-\eta)}\left[\frac{\xi-x}{\sqrt{(\xi-x)^2+(\eta-y)^2}}\right]_{\xi=-\infty}^{\xi=\infty} = \frac{V_0 f(s)\, d\eta}{\pi(y-\eta)}.$$

En y joignant l'appel analogue de la bande symétrique comprise de $y=-(\eta+d\eta)$ à $y=-\eta$, la somme est

$$\frac{V_0 f(s)\, d\eta}{\pi}\left(\frac{1}{y-\eta}+\frac{1}{y+\eta}\right) = \frac{2V_0 f(s) y\, d\eta}{\pi(y^2-\eta^2)} = \frac{V_0}{\pi}\,\frac{b}{y}\,\frac{f(s)}{1-\frac{b^2}{y^2}s}\,\frac{ds}{\sqrt{s}};$$

et l'on n'a plus qu'à intégrer cette expression depuis $s=0$ jusqu'à $s=1$ pour avoir la vitesse cherchée V. Il vient donc, en divisant par V_0 et, finalement, en substituant $\Sigma c_n(s^n-s^{n+1})$ à $f(s)$, pour effectuer l'intégration terme à terme après avoir remplacé $\left(1-\frac{b^2}{y^2}s\right)^{-1}$ par son développement convergent $1+\frac{b^2}{y^2}s+\frac{b^4}{y^4}s^2+\ldots$,

$$(28)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{V}{V_0} &= \frac{1}{\pi}\,\frac{b}{y}\int_0^1 f(s)\left(1-\frac{b^2}{y^2}s\right)^{-1}\frac{ds}{\sqrt{s}} \\ &= \frac{4}{\pi}\,\frac{b}{y}\left[\sum\frac{c_n}{(2n+1)(2n+3)}+\frac{b^2}{y^2}\sum\frac{c_n}{(2n+3)(2n+5)}\right. \\ &\qquad\left.+\frac{b^4}{y^4}\sum\frac{c_n}{(2n+5)(2n+7)}+\ldots\right]. \end{aligned}\right.$$

» A la limite $y=b$, le dernier membre prend la forme finie $\frac{2}{\pi}\sum\frac{c_n}{2n+1}$, à cause des identités

$$\frac{2}{(2n+1)(2n+3)} = \frac{1}{2n+1}-\frac{1}{2n+3},$$
$$\frac{2}{(2n+3)(2n+5)} = \frac{1}{2n+3}-\frac{1}{2n+5},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$

et l'on a

$$(29)\qquad \text{(au bord de l'orifice)}\quad \frac{V}{V_0} = \frac{2}{\pi}\sum\frac{c_n}{2n+1}.$$

» II. Ainsi, la condition $V = V_0$ (pour $y = \pm b$) revient à écrire $\sum \frac{c_n}{2n+1} = \frac{\pi}{2}$, ou à poser entre les coefficients inconnus $c_1, c_2, c_3, \ldots$, vu, finalement, (26), la relation

$$(30) \qquad \frac{c_1}{3} + \frac{c_2}{5} + \frac{c_3}{7} + \frac{c_4}{9} + \ldots = \frac{\pi}{2} - c_0 = 0{,}8808.$$

» D'autre part, l'équation (1), dernière de nos quatre conditions imposées au mode $V_0 f(s)$ de répartition du débit, s'écrira, si l'on divise par 2, $\frac{m}{2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4}\int_b^\infty \frac{V^2}{V_0^2}\frac{dy}{b}$; et, en y substituant à $\frac{V}{V_0}$ le dernier membre de (28) $\left[\text{où } \sum \frac{c_n}{(2n+1)(2n+3)} \text{ n'est autre que } \frac{m}{2} \text{ en vertu de (27)}\right]$, après avoir d'ailleurs choisi une nouvelle variable d'intégration γ égale à $\frac{b}{y}$, on aura l'équation

$$(31) \quad \frac{m}{2} = \frac{1}{4} + \frac{4}{\pi^2}\int_0^1 \left[\frac{m}{2} + \gamma^2 \sum \frac{c_n}{(2n+3)(2n+5)} + \gamma^4 \sum \frac{c_n}{(2n+5)(2n+7)} + \ldots\right]^2 d\gamma \text{ (1)}$$

» Dans celle-ci, la somme des coefficients du polynôme entre crochets, en γ^2, est la valeur, multipliée par $\frac{\pi}{4}$, du dernier membre de (28), à la limite $y = b$ où le premier membre de (28) est 1; ce qui permet, en élevant au carré, de poser la relation, très importante pour les calculs suivants,

$$(32) \quad \left[\frac{m}{2} + \sum \frac{c_n}{(2n+3)(2n+5)} + \sum \frac{c_n}{(2n+5)(2n+7)} + \ldots\right]^2 = \frac{\pi^2}{16} = 0{,}61685.$$

» III. Réduisons encore à un seul, comme pour l'orifice circulaire, les coefficients $c_1, c_2, c_3, \ldots$, en choisissant celui d'entre eux qui, déterminé par (30), permettra le mieux de satisfaire à l'équation (31).

» La relation (30) donne ainsi, successivement, lorsqu'on réduit son

---

(1) En négligeant sous le signe $\int$ les termes en $\gamma^2, \gamma^4, \ldots$, essentiellement positifs d'après leur provenance au second membre de (28), il vient l'inégalité du second degré $\frac{m}{2} > \frac{1}{4} + \frac{m^2}{\pi^2}$, qui, résolue, donne comme limite inférieure de m, dans toute hypothèse possible sur le mode de répartition du débit,

$$\frac{\pi^2}{4}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{4}{\pi^2}}\right) = \left(1 + \sqrt{1 - \frac{4}{\pi^2}}\right)^{-1} = 0{,}565.$$

premier membre à un seul terme,

(33) $c_1 = 2,6424, \quad c_2 = 4,4040, \quad c_3 = 6,1656, \quad c_4 = 7,9272, \quad c_5 = 9,6888, \quad \ldots;$

et il résulte alors de (27), pour les moitiés des coefficients de contraction correspondants,

(34) $\frac{m_1}{2} = 0,4062, \quad \frac{m_2}{2} = 0,3558, \quad \frac{m_3}{2} = 0,3279, \quad \frac{m_4}{2} = 0,3101, \quad \frac{m_5}{2} = 0,2978, \quad \ldots.$

» Quant à la série qui figure, sous le signe $\int$, au second membre de (31), elle reçoit les expressions respectives

$$(0,4062 + 0,1215\gamma^2 + 0,0617\gamma^4 + \ldots)^2 = 0,1650 + 0,0987\gamma^2 + 0,0648\gamma^4 + \ldots,$$
$$(0,3558 + 0,1159\gamma^2 + 0,0642\gamma^4 + \ldots)^2 = 0,1266 + 0,0825\gamma^2 + 0,0591\gamma^4 + \ldots,$$
$$\left\{\begin{array}{l}(0,3279 + 0,1083\gamma^2 + 0,0628\gamma^4 + 0,0426\gamma^6 + \ldots)^2 \\ = 0,1075 + 0,0710\gamma^2 + 0,0529\gamma^4 + 0,0415\gamma^6 + \ldots,\end{array}\right.$$
$$\left\{\begin{array}{l}(0,3101 + 0,1014\gamma^2 + 0,0604\gamma^4 + 0,0420\gamma^6 + 0,0315\gamma^8 + 0,0247\gamma^{10} + 0,0200\gamma^{12} + \ldots)^2 \\ = 0,0961 + 0,0629\gamma^2 + 0,0477\gamma^4 + 0,0383\gamma^6 + 0,0317\gamma^8 + 0,0268\gamma^{10} + 0,0230\gamma^{12} + \ldots,\end{array}\right.$$
$$\left\{\begin{array}{l}(0,2978 + 0,0957\gamma^2 + 0,0577\gamma^4 + 0,0409\gamma^6 + 0,0313\gamma^8 + \ldots)^2 \\ = 0,0887 + 0,0570\gamma^2 + 0,0435\gamma^4 + 0,0354\gamma^6 + 0,0298\gamma^8 + \ldots,\end{array}\right.$$
....

» En vertu de (32), les sommes des coefficients non écrits explicitement aux seconds membres égalent les excédents respectifs de $\frac{\pi^2}{16}$, ou de 0,61685, sur les sommes des coefficients écrits, qui sont, respectivement, au nombre de 3, 3, 4, 7, 5, ... On trouve ainsi, pour ces excédents,

0,2883, 0,3486, 0,3439, 0,2903, 0,3625, ...

Et comme les coefficients successifs dont ils expriment les sommes acquerraient en diviseur, par le fait de l'intégration définie indiquée au second membre de (31), les divers impairs supérieurs à 5, 5, 7, 13, 9, ..., le résultat total de cette intégration comprendra : 1° l'intégrale fournie par la partie explicitement écrite, savoir $0,1650 + \frac{0,0987}{3} + \frac{0,0648}{5}$, etc., ou, tous calculs faits,

(35) 0,2108, 0,1659, 0,1477, 0,1399, 0,1247, ...;

2° une partie notable, mais inconnue, des quotients $\frac{0,2883}{7}$, $\frac{0,3486}{7}$, $\frac{0,3439}{9}$,

$\frac{0,2903}{15}$, $\frac{0,3625}{11}$, ..., qui sont

(36) 0,0412, 0,0498, 0,0382, 0,0194, 0,0330, ...

» Dans les trois premiers cas, l'intégrale définie n'atteint donc pas les valeurs

$$0,2108+0,0412=0,2520,\quad 0,1659+0,0498=0,2157,\quad 0,1477+0,0382=0,1859,$$

et le second membre de (31) est, par suite, assez au-dessous, respectivement, de

$$\frac{1}{4}+\frac{4}{\pi^2}(0,2520)=0,3521,\quad \frac{1}{4}+\frac{4}{\pi^2}(0,2157)=0,3374,\quad \frac{1}{4}+\frac{4}{\pi^2}(0,1859)=0,3253,$$

nombres moindres eux-mêmes que le premier membre, égal, d'après (34), à 0,4062, 0,3558, 0,3279.

» Au contraire, dans les cas qui suivent le quatrième, l'intégrale définie figurant au second membre de (31) excède d'une manière sensible sa partie explicitement calculée 0,1247, ...; et ce second membre dépasse par suite, assez notablement, les quantités $\frac{1}{4}+\frac{4}{\pi^2}(0,1247)=0,3005$, ..., qui sont, néanmoins, supérieures au premier membre $\frac{1}{2}m^5=0,2978$, ...

» IV. Ainsi le seul cas qui puisse convenir est le quatrième, où les deux coefficients conservés dans l'expression (25) ou (25 *bis*) de la répartition du débit sont $c_0=0,690$ et $c_4=7,9272$. Alors l'intégrale définie à évaluer dans le second membre de (31), égale à la somme de 0,1399 et d'une partie notable, mais inconnue, de 0,0194, peut s'écrire, en appelant θ un nombre positif sensiblement inférieur à l'unité,

$$0,1399+(0,0194)\frac{1\pm\theta}{2}=0,1495\pm0,0097\theta.$$

Le second membre de (31) devient, par suite,

$$\frac{1}{4}+\frac{4}{\pi^2}(0,1495\pm0,0097\theta)=0,3106\pm0,0039\theta; \tag{37}$$

ce qui ne diffère pas sensiblement du premier membre, 0,3101 d'après (34). Les valeurs $c_0=0,690$, $c_4=7,9272$ vérifient donc, à très peu près, toutes les conditions imposées, et elles correspondent à un coefficient théorique de contraction double de 0,3101 ou exprimé, sauf écart négligeable, par la formule

$$m=0,62. \tag{38}$$

» V. C'est ce que confirme assez bien l'observation, puisqu'elle a donné à M. Bazin 0,626 pour m, ou, plutôt, pour le coefficient de débit, que devait renforcer légèrement une certaine *non-pression* constatée dans l'axe de la veine et produisant un surcroît de hauteur de charge dont fait abstraction la formule usuelle $m\sqrt{2gh}$. Il en résulte que le débit par unité d'aire, aux diverses distances $\eta = b\sqrt{s}$ de l'axe longitudinal de l'orifice, doit admettre, d'après (25) et (25 *bis*), l'expression approchée

$$(39)\quad \begin{cases} V_0 f\left(\frac{\eta^2}{b^2}\right) = V_0\left(0,690 + 7,9272\,\frac{\eta^8}{b^8}\right)\left(1 - \frac{\eta^2}{b^2}\right), \\ \text{ou}\quad V_0 f(s) = V_0(0,690 + 7,9272 s^4)(1 - s). \end{cases}$$

Le dernier membre, divisé par $7,9272\,V_0$, a pour dérivée

$$(40)\qquad -5s^4 + 4s^3 - 0,087042,$$

trinôme que l'on reconnaît, à l'inspection de sa propre dérivée $4s^2(3 - 5s)$, croître de $s = 0$ à $s = \frac{3}{5}$, pour décroître ensuite. Comme ce trinôme, pour s ou nul, ou égal à 1, se trouve avoir le signe *moins*, contraire à celui de son maximum correspondant à $s = \frac{3}{5}$, les racines qui l'annulent sont au nombre de deux, entre les limites à considérer $s = 0$, $s = 1$. Négatif au-dessous de la première racine $s = 0,33438$, il est ensuite positif jusqu'à ce que s atteigne la seconde racine, 0,7604, pour redevenir et rester négatif au delà. Donc la composante longitudinale de la vitesse $V_0 f(s)$, débit, par unité d'aire, des diverses parties de l'orifice, décroît quand on s'éloigne de l'axe (malgré la lente augmentation de la vitesse totale V) à raison de l'inclinaison qu'y présentent les filets fluides; et ce décroissement a lieu jusqu'à la distance $\pm\eta = \sqrt{0,33438\,b} = 0,57826\,b$ de part et d'autre de l'axe, distance où le débit par unité d'aire atteint son minimum $0,5252\,V_0$. Au delà, il croît, à raison de l'influence prépondérante de l'accroissement des vitesses V, lorsqu'on s'éloigne de l'axe où celles-ci étaient le plus réduites par l'excès de pression dû aux forces centrifuges; et il atteint ainsi son maximum, $0,8003\,V_0$, à la distance $\pm\eta = \sqrt{0,7604\,b} = 0,8720\,b$ de part et d'autre de l'axe. Plus loin de celui-ci, l'influence des inclinaisons, désormais très grandes, des filets, prédomine de nouveau et de plus en plus, jusqu'à annuler enfin le débit par unité d'aire sur les deux bords $\eta = \pm b$, où, cependant, la vitesse totale V atteint son maximum V_0 (¹). »

(¹) En résumé, tant dans le cas de l'orifice rectangulaire allongé que dans celui de l'orifice circulaire, nous avons pu satisfaire assez facilement aux conditions que devait

OPTIQUE. — *Sur l'absorption de la tourmaline.* Note de M. **A. Potier.**

« Dans la séance du 12 mars, M. Carvallo a présenté une Note sur l'absorption cristalline, dont la conclusion est qu'on doit rejeter toutes les théories proposées jusqu'ici pour expliquer la propagation de la lumière dans les cristaux.

» Cette conclusion serait une conséquence nécessaire du fait suivant, que M. Carvallo croit avoir établi : l'absorption de la lumière par une lame cristalline d'épaisseur $e + e'$ serait plus faible que l'absorption exercée par deux lames superposées d'épaisseur e et e'. L'auteur n'a pas vérifié directement cette loi; sans vouloir discuter la valeur des raisonnements qui l'ont conduit à cet énoncé, j'ai cru utile, vu la gravité des conséquences qu'on peut en tirer, de le soumettre au contrôle de l'expérience directe.

» Sur une plaque de verre, on a fixé : 1° une plaque prise dans un cristal de tourmaline, et faisant un angle de 40° avec l'axe, son épaisseur est de 1670 μ; 2° un système de deux autres lames, dont les épaisseurs sont respectivement 842 μ et 829 μ, prises dans le même cristal de part et d'autre de la première. Ces deux lames sont réunies par un peu de térébenthine et juxtaposées à la première avec la même orientation. D'après la Note citée, la lumière transmise par le système des deux lames devrait être égale à celle transmise par la lame unique quand le rayon extraordinaire est perpendiculaire à l'axe, quatre fois plus faible quand il fait un angle à 45°, et seize fois plus faible quand cet angle est de 30°; l'expérience montre que si l'on opère dans l'air, ce qui permet de faire varier cet angle de 20° à 80° sans dépasser des incidences de 50°, ou dans l'huile, ce qui permet de le faire varier de 0° à 90°, la transparence des deux lames est la même que celle de la lame unique pour toutes les incidences, conformément aux idées généralement adoptées.

» Par conséquent, c'est avec raison qu'on représente l'intensité de la lumière transmise par un milieu cristallin sous l'épaisseur z par la formule e^{-hz}, h étant une fonction de la direction de la vibration. »

---

vérifier le mode de répartition du débit, en adoptant pour la fonction entière f la forme $(a + bs^m)(1 - s)$, c'est-à-dire en comprenant un *exposant* au nombre de ses paramètres disponibles.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur l'acide persulfurique et ses sels*; par M. **Berthelot.**

« Depuis la découverte de l'acide persulfurique, d'abord à l'état d'anhydride formé par l'effluve ([1]), puis à l'état d'hydrate engendré pendant l'électrolyse ([2]), ce corps intéressant a été l'objet des recherches de plusieurs physiciens et chimistes.

» Dans ces derniers temps, M. H. Marshall ([3]) a réussi à obtenir à l'état cristallisé et en quantité notable les sels, jusque-là seulement entrevus : ses résultats ont une grande importance. Je les ai reproduits et j'en ai tiré parti pour approfondir davantage l'étude de l'acide persulfurique, principalement au point de vue thermochimique.

» Voici mes observations :

» *Préparation des persulfates.* — On obtient sous forme cristallisée, du premier coup, les persulfates de potasse et d'ammoniaque par électrolyse, au moyen de l'appareil même employé pour la préparation de l'acide persulfurique, appareil figuré dans les *Annales de Chimie*, 5e série, t. XXI, p. 182, et qui consiste en un vase poreux, entouré d'un autre vase, refroidis l'un et l'autre par un courant d'eau froide. Le vase interne, d'une capacité de 150cc, par exemple, est rempli avec une dissolution aussi concentrée que possible de sulfate de potasse, ou de sulfate d'ammoniaque, dans de l'acide sulfurique étendu de 6 à 8 volumes d'eau. Le vase extérieur renferme seulement de l'acide sulfurique étendu d'eau.

» Le pôle positif, plongé dans le vase intérieur, est formé par un gros fil de platine, de façon à donner une forte densité au courant et à prévenir la décomposition de l'acide persulfurique au contact d'une grande surface de platine : ce point est essentiel ([4]).

» Le pôle négatif est constitué, au contraire, par une très large lame de platine. On emploie un courant de 3 ampères, fourni par des accumulateurs.

([1]) *Annales de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XIV, p. 345; 1878.

([2]) *Annales de Chim. et de Phys.*, 5e s., t. XIV, p. 354, et t. XXI, p. 181; 1880.

([3]) *Journal of the Chemical Society, Transactions*; 1891.

([4]) M. Marshall dispose les pôles en ordre inverse, ce qui fournit de moindres rendements.

» Au bout de quinze à vingt heures, le vase poreux se trouve rempli de beaux cristaux de persulfate. On obtient ainsi 20gr à 25gr de persulfate de potasse par opération. Avec le sulfate d'ammoniaque, plus soluble que celui de potasse, les rendements s'élèvent à 40gr et même 46gr, par opération. On égoutte les cristaux sur une plaque de porcelaine dégourdie, puis entre des papiers, et on les fait recristalliser, en les dissolvant dans la plus petite quantité d'eau tiède possible.

» Le persulfate de potasse est très peu soluble à froid, comme le perchlorate de potasse. Les sels de potasse et d'ammoniaque sont anhydres, S^2O^8K et S^2O^8Am en équivalents; ou bien, en atomes, $S^2O^8K^2$ et $S^2O^8Am^2$, formules que j'ai vérifiées. Une fois secs, ils sont assez stables. La dissolution neutre du persulfate de potasse attaque aussitôt le mercure, en formant un sulfate basique insoluble.

» Le persulfate de baryte s'obtient en décomposant le sel ammoniacal dissous dans deux fois son poids d'eau, par l'hydrate de baryte en excès; on expulse l'ammoniaque à froid au moyen du vide, opération qui exige plusieurs jours. Quand il n'en reste plus, et après vérification, on précipite l'excès de baryte par l'acide carbonique et l'on évapore dans le vide jusqu'à cristallisation, toujours à froid. Ce sel est notablement moins stable que ceux de potasse et d'ammoniaque; aussi en perd-on beaucoup pendant la préparation, la liqueur tendant continuellement à devenir acide et exigeant des additions successives de baryte. Le sel répond, d'après M. Marshall, à la formule $S^2O^8Ba, 4H^2O$.

» Il est assez difficile de l'obtenir exempt d'ammoniaque, probablement à cause de la formation d'un sel double.

» *Données thermochimiques.* — La connaissance de la chaleur de formation des persulfates exige la mesure de la chaleur dégagée par la dissolution des sels; celle de la chaleur de neutralisation; enfin celle de la chaleur développée par la transformation des sels en bisulfates et en oxygène libre.

» 1. Chaleur de dissolution. — *Persulfate de potasse :* $S^2O^8K^2 = 270^{gr}$.

1 partie de sel et 110 parties d'eau, à 9°,7......	$-14^{Cal},36$	(4 déterm.)
» » à 5°,6......	$-15^{Cal},34$	(2 déterm.)

» *Persulfate d'ammoniaque :* $S^2O^8H^2, 2AzH^3 = 228^{gr}$.

1 partie de sel et 125 parties d'eau, à 10°,5......	$-9^{Cal},72$	(4 déterm.)

» *Persulfate de baryte :* $S^2O^8Ba, 4H^2O$.

1 partie de sel et 75 parties d'eau à 12° .... $-11^{Cal},80$. (2 déterm.)

» 2. Chaleur de neutralisation. — On la mesure en précipitant la baryte du persulfate, au moyen de l'acide sulfurique étendu; 8^{gr} de persulfate étant dissous dans 300^{cc} d'eau, on a obtenu, à 16°, pour $\frac{1}{2}SO^4Ba$ précipité :

Précipitation totale..........................	$+4^{Cal},72$
Précipitation fractionnée, première moitié.....	$+4^{Cal},62$
» » troisième quart......	$+4^{Cal},80$

» Ces résultats montrent que la réaction est la même, depuis le commencement jusqu'à la fin.

» En admettant, à cette température,

$\frac{1}{2}SO^4H^2$ étendu $+ \frac{1}{2}(BaO, H^2O)$ étendu.......... $+18^{Cal},5$

» On tire de là :

$\frac{1}{2}S^2O^8H^2$ étendu $+ \frac{1}{2}(BaO, H^2O)$ étendu .... $+13^{Cal},8$

» C'est le même chiffre que pour les acides hyposulfurique, chlorhydrique, azotique, etc.

» Si l'on prolonge ces mesures, la chaleur dégagée s'accroît lentement, par suite de la décomposition graduelle de l'acide persulfurique.

» On déduit de ce nombre, d'après des lois bien connues, la chaleur de neutralisation de l'acide persulfurique par la potasse et la soude, soit $+13^{Cal},7$; et par l'ammoniaque, $+12^{Cal},4$.

» L'acide sulfurique partage les bases avec l'acide persulfurique, sans le déplacer entièrement; car son action à équivalents égaux sur le persulfate d'ammoniaque a dégagé seulement $+0^{Cal},57$; chiffre probablement trop fort, à cause de la décomposition commençante du second acide.

» 3. Chaleur de formation de l'acide persulfurique et des persulfates. — Cette chaleur se déduit de la chaleur dégagée par la transformation de l'acide persulfurique en acide sulfurique et oxygène.

$$S^2O^8H^2 \text{ étendu} + H^2O = 2SO^4H^2 \text{ étendu} + O$$

ou bien encore par celle des persulfates, soit en bisulfates et oxygène

$$S^2O^8K^2 \text{ étendu} + H^2O = 2SO^4KH \text{ étendu} + O,$$

soit en sulfates, acide sulfurique libre et oxygène

$$S^2O^8Ba + H^2O + \text{eau} = SO^4Ba + SO^4H^2 \text{ étendu} + O.$$

» En fait, le persulfate de potasse pur, étant chauffé doucement, se décompose d'abord en oxygène et pyrosulfate

$$S^2O^8K^2 = S^2O^7K^2 + O.$$

» Ce dernier changement ne se prête pas aux mesures calorimétriques. Mais il en est autrement des premiers, à la condition toutefois d'absorber l'oxygène à mesure par un corps oxydable, tel que le sulfate ferreux, l'iodure de potassium, le chlorure stanneux, etc. J'ai choisi de préférence le sulfate ferreux, dissous et mêlé avec son équivalent d'acide sulfurique. Si l'on a soin d'en employer un excès notable d'un seul coup, la réaction est très rapide et complète à froid, dans le calorimètre. Mais la mesure calorimétrique s'applique à un phénomène complexe, en raison du changement survenu dans la saturation de l'acide sulfurique, et des actions spéciales exercées entre cet acide, le sulfate ferreux, le sulfate ferrique, et le bisulfate de potasse dérivé du persulfate potassique. Ces changements, comme je l'ai démontré (¹), donnent lieu à certains dégagements et absorptions de chaleur, qui rendent illusoire (²) l'hypothèse des prétendues constantes thermochimiques d'oxydation, employées par certains auteurs dans ce genre de calculs. Si l'on veut procéder avec rigueur, il faut tourner la difficulté, de façon à ramener le calcul à la différence entre un état initial et un état final strictement définis.

» Pour atteindre ce but, je détermine avec rigueur les poids d'acide persulfurique (ou de persulfate) et d'eau employés. D'autre part, je prends un poids d'eau oxygénée, renfermant exactement autant d'oxygène disponible que l'acide persulfurique employé, et un poids d'acide sulfurique étendu, contenant exactement la même dose d'acide sulfurique que ce même acide persulfurique en produira par sa destruction. Je m'arrange pour que la dose d'eau soit pareille dans les deux cas, ainsi que l'excès d'acide sulfurique, s'il y a lieu. Cela fait, j'ajoute séparément à ces deux mélanges une dose identique de sulfate ferreux, mêlé d'acide sulfurique. Après réaction, les deux systèmes finaux sont identiques. Dès lors la différence entre les quantités de chaleur dégagées représente précisément la différence entre les chaleurs dégagées, l'une par la décomposition de

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XXX, p. 157, 161, 185, 203; 5ᵉ série, t. V, p. 344, 345.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. V, p. 346, et surtout p. 349, 354, 355.

l'acide persulfurique en oxygène et acide sulfurique étendu ; l'autre par la décomposition de l'eau oxygénée en oxygène et eau.

» Dans le cas du persulfate de potasse (ou d'ammoniaque), on opère de même, avec cette différence que l'on ajoute à la liqueur renfermant l'eau oxygénée, des doses d'acide sulfurique et de sulfate de potasse (ou d'ammoniaque), précisément égales à celles qui résulteront de la décomposition du persulfate, employé dans l'expérience parallèle.

» Voici les résultats ainsi obtenus, rapportés à 16^{gr} d'oxygène :

Acide persulfurique (obtenu au moyen du sel de baryte)	$+82^{Cal},4$
Eau oxygénée équivalente, etc	$+68,9$
	$+13,5$
Acide persulfurique (obtenu en saturant d'abord par la potasse l'acide préparé par électrolyse directe)	$+82,2$
Eau oxygénée, etc	$+68,8$
	$+13,4$
Persulfate de potasse, décomposé en présence d'un grand excès d'acide sulfurique	$+81^{Cal},9$
Eau oxygénée, le système final étant identique	$+68,9$
	$+13,0$
Persulfate d'ammoniaque, décomposé en présence d'un grand excès d'acide sulfurique	$+79,5$
Eau oxygénée, le système final étant identique	$+66,5$
	$+13,0$

» Ces nombres sont aussi voisins qu'ils peuvent l'être, dans des essais de ce genre. J'ajouterai, pour plus de clarté, que la saturation de la potasse par un grand excès d'acide sulfurique étendu (1) dégage à peu près le même chiffre $(+15,8-1,9=13,9)$ qu'en présence de 1 équivalent d'acide persulfurique; ce qui explique pourquoi la différence des chaleurs de neutralisation n'intervient pas sensiblement dans les derniers essais.

» Je prendrai dès lors la moyenne générale, $+13^{Cal},2$: c'est l'excès de la chaleur dégagée par la séparation de l'oxygène excédent de l'acide persulfurique, comparé à l'eau oxygénée.

» D'après mes expériences antérieures (2), la décomposition de celle-ci

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 319.
(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 213.

en eau et oxygène libre

$$H^2O^2 \text{ étendue} = H^2O + \text{eau} + O, \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +21^{Cal},6$$

» Il en résulte que l'acide persulfurique, *tel qu'il existe dans ses sels dissous et qu'il peut en être dégagé*, lorsqu'il se décompose en acide sulfurique étendu et oxygène libre (16^{gr})

$$S^2O^8H^2 \text{ étendu} + H^2O = 2S^2O^4H^2 \text{ étendu} + O, \text{ dégage} \ldots \quad +13,2+21,6=+34^{Cal},8$$

» La comparaison de ces nombres avec ceux que fournit l'acide préparé par électrolyse immédiate et sans union préalable avec une base donne lieu à une discussion très intéressante, que je réserve pour une prochaine Communication.

» Résumons l'ensemble des données précédentes, en donnant les chaleurs de formation de l'acide et de ses sels depuis les éléments.

» *Acide persulfurique.* — Acide depuis les éléments.

S^2 (octaédrique) $+ O^8 + H^2 +$ eau $= S^2O^8H^2$ étendu	$+316^{Cal},2$
$S^2 + O^7 + H^2O +$ eau $= S^2O^8H^2$ étendu	$+247^{Cal},2$

» *Sel de potasse.*

$S^2O^8K^2$ dissous $+ H^2O = SO^4H^2$ étendu $+ SO^4K^2$ étendu $+ O$, l'acide et le sulfate étant supposés dissous dans des liqueurs séparées	$+ 38^{Cal},4$
S'ils sont réunis dans la même liqueur (bisulfate), en présence de $400H^2O$, et sans excès d'acide	$+ 36^{Cal},3$
$S^2O^8K^2$ anhydre $+ H^2O$ solide $= 2SO^4KH$ solide $+ O$	$+ 28^{Cal},1$
$S^2O^8K^2$ solide $+ S^2O^7K^2$ (pyrosulfate) $+ O$	$+ 19^{Cal},5$

» Enfin depuis les éléments.

$S^2 + O^8 + K^2 +$ eau $= S^2O^8K^2$ dissous	$+453^{Cal},6$
$S^2 + O^8 + K^2 = S^2O^8K^2$ solide	$+439^{Cal},2$

» *Sel d'ammoniaque.*

$S^2O^8H^2, 2AzH^3$ dissous $+ H^2O = SO^4H^2$ étendu $+ SO^4H^2, 2AzH^3$ étendu $+ O$, l'acide et le sulfate étant supposés dissous dans des liqueurs séparées.	$+ 38^{Cal},4$
S'ils sont réunis dans la même liqueur (bisulfate), en présence de $400H^2O$ et sans excès d'acide	$+ 37^{Cal},1$
$S^2O^8H^2, 2AzH^3$ anhydre $+ H^2O$ solide $= 2(SO^4H^2, AzH^3)$ solide $+ O$..	$+ 27^{Cal},0$

» Depuis les éléments.

{ $S^2 + O^8 + H^8 + Az^2 + \text{eau}$	= sel dissous	$+383^{Cal},0$
{ $S^2 + O^8 + H^8 + Az^2$	= sel solide..............................	$+392^{Cal},7$

» La différence entre la chaleur de formation, depuis les éléments, des sels de potasse et d'ammoniaque, dans l'état solide, est + 60,1; c'est-à-dire sensiblement la même qu'entre les sulfates de potasse et d'ammoniaque solide, + 60,0; ce qui est conforme aux relations générales que j'ai signalées entre les chaleurs de formation des sels dérivés de l'association d'un même acide fort avec des métaux ou radicaux différents.

» *Sel de baryte.*

S^2O^8Ba dissous + H^2O = SO^4Ba précipité + SO^4H^2 étendu + O.... $+44^{Cal},2$.

» Le sel n'étant pas connu à l'état anhydre, et la chaleur d'oxydation du baryum étant ignorée, on ne saurait pousser plus loin les calculs.

» Tirons quelques conséquences de ces nombres :

» On voit que la décomposition de l'acide persulfurique et des persulfates est exothermique. Aussi s'effectue-t-elle d'elle-même, l'acide et ses sels, à l'état de dissolution, se décomposant spontanément. D'après mes observations, la décomposition du sel de baryte est la plus rapide de toutes, et elle s'accentue davantage sous l'influence de la chaleur; ce qui s'explique, non pas à cause de la précipitation du sulfate de baryte, réaction non réversible et dès lors sans influence nécessaire sur l'accélération du phénomène, mais en raison de l'excès de chaleur dégagée ($+44^{Cal},2$; au lieu de $+34^{Cal}$ à $+36^{Cal}$).

» Le sel de potasse solide et sec ne m'a pas paru donner lieu à une décomposition appréciable, dans l'espace d'un mois; sans doute parce qu'il ne pourrait être décomposé qu'en pyrosulfate et oxygène, réaction qui produit seulement la moitié de la chaleur dégagée en présence de l'eau. L'état solide se prête d'ailleurs moins bien aux décompositions spontanées, en l'absence de toute trace d'eau susceptible d'établir le contact de proche en proche et de propager les réactions.

» Au contraire, en raison de la présence de l'eau de cristallisation dans le persulfate de baryte, ce sel solide se décompose plus aisément que le sel de potasse : l'eau déterminant la formation simultanée du sulfate de baryte et de l'acide sulfurique. Chaque molécule libre de ce dernier attaque ensuite les molécules salines voisines, de façon à les transformer en sulfate de baryte et acide persulfurique libre. Comme ledit acide est peu

stable, il se dédouble à son tour, en reproduisant 2 molécules d'acide sulfurique libre, et l'action se développe avec la rapidité croissante d'une progression géométrique. Le mécanisme devient le même que celui de la décomposition des éthylsulfates, que j'ai développé il y a bien des années.

» Examinons maintenant les conditions de formation de l'acide sulfurique et des persulfates. Une telle formation, à partir de l'oxygène libre, de l'acide sulfurique et des sulfates, est endothermique. Elle exige donc l'intervention d'une énergie étrangère aux actions chimiques réciproques et directes de ces composants. Cette énergie est fournie par l'électricité, dans les conditions que j'ai découvertes. Mais on peut aussi l'emprunter à des réactions chimiques auxiliaires, normales et exothermiques, par exemple, à l'hydratation de l'acide sulfurique concentré, à l'oxydation de la baryte anhydre et à la réaction de la baryte sur les acides pour former des sels.

» La baryte anhydre se change, en effet, en bioxyde, avec dégagement de chaleur, car d'après mes mesures

$$BaO + O = BaO^2 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +12^{Cal},1$$

» Cette quantité de chaleur est beaucoup plus faible que la chaleur dégagée par la formation des sels de baryte dissous. Par exemple,

$$BaO \text{ anhydre} + 2HCl \text{ étendu} = BaCl^2 \text{ dissous} + H^2O \ldots \quad +55^{Cal},6$$

On trouve dès lors dans la réaction d'un acide sur le bioxyde de baryum l'énergie qui doit être absorbée dans la constitution de l'eau oxygénée, car on a

$$+21^{Cal},6 < 55,6 - 12,1.$$

» L'eau oxygénée, à son tour, peut être changée en acide persulfurique, suivant des principes analogues. En solution étendue, la réaction n'est pas possible, attendu qu'elle absorberait de la chaleur, comme je viens de le montrer : soit $-13^{Cal},2$ par molécule d'eau oxygénée. Mais la théorie indique qu'il peut en être autrement en présence de l'acide sulfurique concentré, la chaleur d'hydratation de cet acide, soit $+36^{Cal},4$ pour $2SO^4H^2$, surpassant de beaucoup la chaleur absorbée dans la formation de l'acide persulfurique

$$2SO^4H^2 + H^2O^2 = S^2O^8H^2 + 2H^2O.$$

» J'ai, en effet, observé, dès l'origine, que l'acide persulfurique peut être ainsi obtenu. Toutefois sa formation n'a lieu qu'entre certaines li-

mites de concentration; ce qui se comprend, car en présence d'une grande quantité d'eau, l'acide sulfurique s'hydrate aussitôt aux dépens de l'eau, sans avoir le temps d'agir sur l'eau oxygénée. Au contraire, si l'acide sulfurique est en grand excès, il s'empare de l'eau de constitution de l'acide persulfurique, dont il détermine la destruction : probablement parce que la chaleur d'hydratation de ce dernier acide est moins considérable. Ainsi s'explique ce fait que, dans le cours de l'électrolyse de l'acide sulfurique, l'acide se concentrant continuellement par endosmose électrique, la formation de l'acide persulfurique passe par un maximum.

» Par exemple, par électrolyse, je n'ai pas réussi à dépasser 15^{gr} à 16^{gr} d'oxygène disponible au litre, c'est-à-dire 194^{gr} d'acide persulfurique, ce corps existant en présence d'un poids à peu près égal d'acide sulfurique. Quand on poursuit l'électrolyse, l'acide devenant plus concentré, l'acide persulfurique diminue ultérieurement et tend à disparaître.

» J'ai fait des observations analogues, en traitant le bioxyde de baryum (anhydre) par l'acide sulfurique concentré. On opère dans un vase mince entouré de glace et sur des quantités limitées de matière. On obtient ainsi de l'acide persulfurique, facile à constater en délayant ensuite ces produits dans l'eau pure. Mais si l'on poursuit l'addition du bioxyde de baryum, de façon à se rapprocher de plus en plus de la disparition totale de l'acide sulfurique, il arrive un moment où la masse, même constamment refroidie, émet en abondance des vapeurs épaisses, douées d'une odeur qui rappelle, à la fois, l'ozone et l'acide hypochloreux (anhydride persulfurique?). Au delà de ce terme, en diluant la masse dans l'eau, on ne retrouve plus qu'un peu d'eau oxygénée, sans acide persulfurique; celui-ci a été détruit, sans doute, à un certain degré de concentration.

» On voit, par ces observations, comment les conditions de formation et de décomposition de l'acide persulfurique et de ses sels sont étroitement liées avec les principes généraux de la Thermochimie. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La stabilité des dunes du golfe de Gascogne et les dangers dont elles sont menacées;* par M. Chambrelent.

« Je viens exposer à l'Académie avec quelques courts détails, la situation actuelle des dunes qui bordent le littoral du golfe de Gascogne.

» Je vais résumer, en quelques mots, les travaux faits, les résultats obtenus, et surtout les dangers auxquels ces résultats me paraissent exposés en ce moment.

» Tout le monde connaît l'histoire des dunes de Gascogne et les dangers qu'elles offraient au siècle dernier. Il suffit de dire que les sables s'étaient élevés jusqu'au clocher des églises, qu'ils avaient envahi des villages entiers et qu'ils menaçaient d'arriver aux portes de Bordeaux, pour se faire une idée de leur masse, de leur hauteur et de leur extrême mobilité.

» Ces dunes présentaient un autre danger non moins grand qui tenait en partie à ce qu'il existe, en ce point des côtes de France, une situation particulière, unique je crois, sur toute la surface du globe.

» Il existe, en effet, entre l'embouchure de la Gironde et le bassin d'Arcachon, une longueur continue de plage de 120^{km}, sur laquelle arrivent les eaux d'un versant de près de 100000^{ha}; eh bien, cette grande masse d'eau rendue au rivage, ne trouve pas une seule issue pour arriver à la mer; pas une seule goutte de ces eaux ne peut passer à travers les sables pour s'écouler dans l'Océan.

» On comprend l'accumulation qu'elles devaient produire derrière les dunes. Ces masses d'eau avaient d'autant plus d'inconvénients qu'elles s'avançaient avec les dunes, dont la marche était ainsi précédée de l'inondation des terrains; elles formaient des marais qui allaient chaque jour en s'agrandissant.

» Aussitôt que la chaîne des dunes a été entièrement fixée, en 1861, on a creusé à leur base un long et large canal latéral qui conduit la totalité de ces eaux partie dans le bassin d'Arcachon, partie dans la Gironde, et dessèche entièrement le pays.

» Ce canal, qui n'a pas moins de 15^{m} de largeur sur le versant d'Arcachon, ne peut subsister, on le comprend, qu'à la condition que les dunes restent immobilisées; tout travail qui leur rendrait leur mobilité comblerait le grand évacuateur; l'écoulement des eaux s'arrêterait, et cette partie des Landes, assainie et mise en valeur aujourd'hui, se trouverait de nouveau compromise.

» On conçoit donc toute l'importance de maintenir la fixité de cette partie avancée de la chaîne. Nous insistons sur ce point parce que, ainsi que nous allons le voir, c'est en partie sur le flanc est de la dune la plus intérieure que l'on propose des cultures de vigne qui en détruiraient complètement la fixité.

» Du côté de la mer, il n'est pas moins nécessaire de veiller à la conservation de l'état actuel.

» Le but des premiers travaux de Brémontier a été d'arrêter le mouve-

ment des dunes déjà créées, et c'est là, en effet, le résultat qui a été obtenu en les couvrant de forêts; mais cette fixation des dunes créées n'a pas arrêté le phénomène, qui continuait à se produire sur le bord de la mer. La marée haute a continué à porter les sables sur la plage; les vents du large les prennent toujours à marée basse et les poussent toujours en avant; ils montaient sur les dunes plantées et avaient commencé déjà à couvrir les dunes les plus rapprochées de la mer, avant qu'on eût terminé la fixation de toute la chaîne. Ces nouveaux sables auraient fini, si on ne les eût pas arrêtés, par monter sur les dunes plantées, et en auraient formé de nouvelles encore plus élevées que celles qui venaient d'être fixées.

» Pour conjurer ce danger et arrêter, au rivage même, les nouveaux sables de la mer, on a eu recours à un moyen qui a consisté, en quelque sorte, à combattre le mal par le mal.

» Avant d'être fixées, les dunes marchaient en avant en vertu du profil que les vents de mer leur donnaient; elles se formaient à partir du rivage, avec une pente douce, du côté du vent; les sables venant de la mer montaient sur cette pente douce comme sur un plan incliné; arrivés à une certaine distance et à une certaine hauteur, ils s'éboulaient sous un talus rapide; le vent, les reprenant au bas du talus, formait un nouvel amas, de profil semblable, qui s'avançait à son tour et élargissait ainsi de plus en plus la chaîne.

» Pour empêcher les nouveaux sables apportés par la mer de s'avancer ainsi vers les terres, nous avons eu l'idée de provoquer sur la plage même d'où partaient ces sables une dune de profil contraire à celle qui marchait vers les terres. Nous avons développé peu à peu, par les moyens décrits dans un précédent Mémoire, une dune dont la forme est inverse de celles que créaient les vents pour pousser les sables en avant; elle oppose son talus raide au vent et est soutenue au contraire par derrière par un profil beaucoup plus doux.

» Cette dune, d'une hauteur de 10^{m} environ, est fixée à son sommet par une palissade en planches. Les sables de la plage que les vents du large poussent contre elle ne peuvent la franchir. Ils retombent à ses pieds où ils restent impuissants tant que dure le vent du large.

» Dès qu'arrivent au contraire les vents de terre, venant de l'est, ou les vents latéraux du nord-est ou du sud-est, le sable arrêté au pied du talus raide est rejeté à la mer. C'est ainsi une sorte de jeu de va-et-vient entre la dune et la mer, qui met la terre à l'abri de l'envahissement du sable.

» Les gens du pays ont défini cette dune d'une manière assez originale. Ils disent : pour empêcher la bête de marcher vers nous, on l'a retournée tête sur queue.

» L'effet de cette dune, que nous avons commencé à élever en 1857, a été complet depuis; elle a entièrement arrêté la marche des nouveaux sables sur les dunes plantées, mises ainsi à l'abri de tous nouveaux envahissements.

» Toute cette grande chaîne de dunes, qui va de la Gironde à l'Adour, sur 200^{km} de longueur et qui présente une surface de $80\,000^{ha}$, se trouve ainsi d'une stabilité parfaite et à l'abri de toute atteinte de causes extérieures, à la condition toutefois que la main de l'homme ne vienne détruire cette stabilité.

Or, il y a à faire, à cet égard, une remarque des plus importantes et sur laquelle on ne saurait trop appeler l'attention.

» Ce ne sont pas seulement les arbres qui assurent la parfaite fixité de la surface des sables; c'est aussi et c'est surtout ce qu'on appelle le *sous-bois*, ce sont les feuilles de pin, qu'on appelle des *aiguilles de pin*, dont le sol s'est tapissé peu à peu, les mousses, les végétations herbacées et arbustives qui forment sur le sol une sorte de carapace qui défend encore mieux la surface des sables contre les vents que la racine des arbres enfoncée dans l'intérieur.

» C'est ainsi que dans les dunes couvertes de forêts, nous avons pu ouvrir des garde-feu de 25^{m} à 30^{m} de largeur en abattant les arbres sur cette largeur, mais en y conservant avec le plus grand soin, en la rétablissant même quand elle est entamée, cette couche de détritus végétaux, d'herbes et d'arbustes si nécessaire à la stabilité de la surface.

» Eh bien, un professeur d'Agriculture, récemment envoyé dans le pays, a proposé d'élargir ces garde-feu à 70^{m} et 80^{m} et d'y faire la culture de pommes de terre sur une échelle assez grande pour en faire l'objet d'un produit d'exportation d'assez fort tonnage pour l'Angleterre.

» La culture de la pomme de terre, qui est une culture essentiellement sarclée, enlèverait dès les premiers jours cette couche préservatrice, cette carapace si indispensable à la stabilité du sable; elle augmenterait même, par ses binages nécessaires, la mobilité ancienne de la dune. Le moindre vent couvrira la récolte, de manière à en détruire tout le produit, et les premiers vents un peu forts emporteraient au loin le champ cultivé à grands frais et entameraient certainement les parties plantées, qui seraient successivement déracinées par la première brèche faite.

» Ce serait là un effet désastreux absolument inévitable, que ne contestera pas une seule personne connaissant les lieux.

» Si l'auteur de la proposition avait pu voir par lui-même avec quels soins, avec quelle difficulté les gardiens des dunes parviennent à cultiver quelques légumes sur les 2 ou 3 ares de terrain placés à côté de leurs habitations, en couvrant cette petite étendue de sable de tout le fumier que leur donnent leurs chevaux, il aurait bien certainement reconnu toute la gravité de sa proposition et tous les dangers auxquels elle exposerait une stabilité acquise par tant d'efforts et de dépenses.

» Mais il y a plus; sur le versant est de la dune intérieure, c'est-à-dire sur le versant qui borde le vaste exutoire de 15^{m} de largeur, recevant les eaux de 100000^{ha} de landes assainies et mises en culture, le même professeur propose des cultures de vignes en grand.

» La culture de la vigne est encore une culture sarclée qui, en enlevant aux sables leur couche protectrice, les ferait repartir comme par le passé, avec beaucoup plus de rapidité, et ici ce ne serait pas la dune seulement qui serait mise en mouvement; ce qui serait encore plus grave, c'est que le sable viendrait combler le grand collecteur qui écoule aujourd'hui les eaux des landes. L'œuvre d'assainissement serait compromise.

» L'auteur du Mémoire propose, en outre, l'ouverture de 20^{km} à 25^{km} de chemins de fer volants sur la ligne de faîte de ces dunes, dont ses cultures troubleraient déjà tant la stabilité.

» Il suffit d'avoir vu une seule fois le profil des dunes, si tourmenté dans tous les sens, pour se faire une idée des difficultés et des dépenses que nécessiteraient ces chemins de fer et surtout du tort qu'ils porteraient à la fixité des sables pour apprécier encore ici ce qu'il y a d'étrange, pour ne pas dire plus, dans de telles propositions.

» Nous avions pensé que, quelle que fût la position de son auteur, le Mémoire se réfuterait assez par lui-même; mais ce Mémoire a été inséré *in extenso* dans le Bulletin officiel du Ministère de l'Agriculture, publié sur les fonds de l'enseignement agricole, et destiné à éclairer et diriger nos populations rurales; il y a plus, le Ministre de l'Agriculture, entrant dans les idées du Mémoire, vient de présenter une loi pour autoriser la concession temporaire, en vue de la *culture de la vigne*, de terrains gérés par l'Administration des forêts et situés dans les *dunes domaniales*.

» L'article 1er du projet ne spécifie, il est vrai, pour le moment, que les dunes non encore boisées de la Coubre, situées dans la Charente-Inférieure et qu'on a négligé de planter entièrement jusqu'ici, nous ne savons pour-

quoi; mais l'article 3 autorise le Ministre à faire à l'avenir, sans loi nouvelle, la concession de *tous autres terrains situés dans les dunes et destinés à être convertis en vignes*.

» Nous avons exposé les conséquences de toute culture sarclée dans les dunes. L'article 3 du projet de loi soumis au Parlement, en autorisant la concession de tous autres terrains situés dans les dunes, pour être cultivés en vigne, livre à la discrétion de l'Administration toute cette chaîne dont la stabilité d'ensemble importe tant pour le maintien de la masse totale.

» Et maintenant, messieurs, qu'on se demande de quel intérêt seraient ces cultures de vigne, si funestes à la fixation des dunes; donneraient-elles des résultats agricoles de nature à compenser en partie le mal qu'elles feraient? Nous n'hésitons pas à affirmer le contraire; nous n'hésitons pas à affirmer qu'elles ne donneraient que des désastres semblables à ceux qui se sont toujours produits jusqu'ici dans les sables siliceux de la contrée et qui ont ruiné tant de cultivateurs et tant d'actionnaires de ces fatales entreprises.

» La culture de la vigne est, de toutes les cultures à faire sous le climat du sud-ouest de la France, celle qui a été le plus expérimentée depuis un demi-siècle dans les sables siliceux qui bordent le littoral de l'Océan. Depuis près de cinquante ans, de nombreux cultivateurs ont consacré bien des efforts et surtout bien des capitaux à ces plantations de vignes dans les sables.

» Il ne reste pas aujourd'hui de tous ces essais si coûteux un seul vignoble qu'on puisse citer comme ayant donné un résultat réel.

» Les contrées de La Teste et d'Arcachon sont encore aujourd'hui sous l'impression d'un véritable désastre éprouvé dans les essais faits pendant ces deux dernières années dans la commune de Gujan-Mestras par M. le sénateur Feray d'Essonnes et la Société qu'il avait formée.

» Une plantation de 500^{ha} de vigne entreprise en 1877 dans ces mêmes sables a entraîné à une dépense de 1600000^{fr} et le vignoble tout entier, sans avoir donné une récolte sérieuse, n'a pu être vendu que 250000^{fr}, et l'acheteur n'a pu encore tirer aucun parti du terrain : la bruyère et l'ajonc ont recommencé à y pousser.

» Plus récemment encore, en 1882, une surface de terrains semblables de 2^{ha} a été mise à la disposition du directeur de la station agronomique de Bordeaux par le Ministre de l'Agriculture, M. de Mahy, pour cette culture de la vigne.

» Le Ministre, voulant être enfin parfaitement éclairé sur cette question, accorda au directeur, sur les fonds du budget, toutes les sommes nécessaires pour la plantation, les frais de culture, acquisitions d'engrais et toutes dépenses quelconques demandées pour les essais à faire.

» Quel fut le résultat de ces essais?

» Au bout de quatre ans, le directeur de culture qui en était officiellement chargé abandonnait son champ d'expériences en déclarant n'avoir rien pu y obtenir.

» Nous n'entendons pas toutefois conclure de ces insuccès si complets que la vigne ne peut pas venir dans les sables. Comme nous l'avons dit, on peut la cultiver sur des surfaces restreintes, autour des habitations, avec le fumier qu'on a sur la propriété et qu'on n'est pas obligé d'acheter et de porter à grands frais sur le terrain : on obtiendra ainsi une certaine récolte pour les habitants du pays.

» Mais quant à créer des vignobles par des concessions de sables faites au milieu de dunes où n'existent ni la population, ni les ressources en engrais nécessaires à de telles cultures, c'est s'exposer à des échecs aussi certains que le mal qui serait fait à la stabilité de ces sables, que tous nos efforts doivent tendre à augmenter de plus en plus; c'est aussi engager ceux qui demandent ces concessions dans une voie funeste où il serait bien plus convenable de les éclairer que de les encourager.

» Dans plusieurs publications que nous avons déjà produites et dont les chiffres n'ont jamais été contestés par personne, nous avons dit combien l'inexpérience et l'indifférence de ceux qui doivent éclairer les cultivateurs nous empêchent d'obtenir des augmentations de produits de plusieurs milliards que des soins de culture bien entendus nous permettraient de retirer de ce sol et de ce climat si fertiles de la France. Ici cette inexpérience et cette indifférence auraient des conséquences plus graves encore, car elles détruiraient des résultats acquis en créant de nouveaux désastres agricoles. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Note de M.* **Dehérain** *accompagnant la présentation de son* « Traité de Chimie agricole ».

« Nous cherchons dans ce Volume comment, à l'aide d'espèces végétales appropriées au climat, au sol travaillé et enrichi, nous pourrons obtenir une quantité de matière organique telle que la vente couvrira nos dépenses et nous laissera un bénéfice.

» La Chimie agricole, en effet, n'est pas une science désintéressée; elle s'applique à rendre la culture rémunératrice.

» Pour qu'elle le soit, il faut assurer aux plantes qui couvrent les surfaces cultivées des conditions tellement favorables qu'elles élaborent le maximum de matières organiques : amidon, sucre, huile, cellulose, albumine. Élever les rendements est la mission de la science agricole, mission digne des plus grands efforts, puisque son succès diminue le nombre des créatures humaines qui souffrent de la faim ou pâtissent par manque d'une nourriture suffisante.

» S'il réussit à augmenter la masse de matières alimentaires que produit son domaine, le cultivateur sert à la fois l'intérêt général et sa propre fortune, car la prospérité agricole est bien mieux assurée par l'accroissement des rendements que par l'élévation des prix.

» Pour assurer à la plante les conditions d'existence les plus favorables, il faut connaître ces conditions; c'est à leur étude qu'est consacrée la première Partie de cet Ouvrage.

» Elle comprend les Chapitres : *germination*, *assimilation du carbone*, de l'*azote*, des *matières minérales*, *respiration et formation des principes immédiats*, *mouvement de l'eau dans la plante*, *accroissement et maturation*.

» L'ensemble des faits qui y sont exposés nous permet d'aborder utilement l'étude de la *terre arable*, qui forme la deuxième Partie; nous y exposons successivement le *mode de formation des terres arables*, leurs *propriétés physiques*, leur *composition*, leurs *propriétés absorbantes*, enfin les causes qui amènent la *stérilité*.

» La troisième et dernière Partie du *Traité de Chimie agricole* est consacrée aux amendements et aux engrais; à l'étude des amendements : *chaux*, *marnes*, *plâtre*, sont jointes celles de la *jachère* et des *irrigations*. Je m'occupe ensuite des *engrais végétaux*, des *engrais d'origine animale*, des *engrais azotés salins : nitrate de soude* et *sulfate d'ammoniaque*. Le Chapitre consacré au *fumier de ferme* est très étendu : j'y ai exposé plus complètement qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent la série de fermentations et de réactions qui amènent les pailles à l'état de matières ulmiques.

» Les derniers Chapitres du *Traité* sont consacrés aux engrais minéraux : *phosphates*, *sels de potasse*; j'y expose en outre : les méthodes à suivre pour calculer les doses d'*engrais chimiques* complémentaires à employer dans diverses cultures.

» J'ai cherché, dans cet Ouvrage, non seulement à exposer l'état actuel de la Chimie agricole, mais à favoriser les recherches des chimistes des

stations agronomiques et des laboratoires agricoles, en décrivant les méthodes d'analyse; toutes ces notions techniques sont imprimées en petit texte.

» Depuis quelques années, l'agriculture cesse d'être purement empirique, elle devient une science; les praticiens n'acceptent plus sans les discuter les vieilles formules établies lentement par une longue série d'observations transmises d'une génération à l'autre; très sagement ils veulent non les abandonner, mais en comprendre la raison et les améliorer; pour y réussir, des connaissances positives leur sont nécessaires : j'ai essayé de les leur fournir. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un genre nouveau d'Échinide crétacé,* Dipneustes aturicus *Arnaud.* Note de M. G. **Cotteau.**

« Un type nouveau d'Échinide a été récemment découvert dans la craie supérieure (danienne) de Rivières, près Tercis (Landes), par M. Arnaud, d'Angoulême, qui lui a donné le nom de *Dipneustes.*

» L'espèce unique rapportée à ce genre, *Dipneustes aturicus,* mérite de fixer l'attention : de taille assez grande, elle est remarquable par son aspect cordiforme; par sa face supérieure bombée et subcarénée au milieu; par sa face postérieure tronquée, rentrante, un peu évidée; par un sillon antérieur étroit et profond, entamant fortement l'ambitus et se prolongeant jusqu'au péristome, qui est labié; par ses aires ambulacraires paires antérieures si différentes des aires postérieures, les premières longues, droites, très excavées et formées en partie de pores larges et oblongs; les secondes courtes, subflexueuses, étroites, superficielles, composées dans toute leur étendue de pores très petits et presque microscopiques; par ses tubercules fins, serrés, saillants, homogènes; par son double fasciole péripétal et latéro-sous-anal. Le caractère tout à fait exceptionnel de ce type consiste dans la différence radicale qui existe entre les aires ambulacraires paires antérieures et les aires ambulacraires paires postérieures.

» Si le genre *Dipneustes,* par sa forme générale, par son aspect cordiforme, par sa face supérieure subcarénée, par son sillon antérieur profond et entamant l'ambitus, par ses aires ambulacraires paires antérieures longues et excavées, par son double fasciole péripétale et latéro-sous-anal, rappelle certaines espèces du genre *Schizaster,* il s'en éloigne

très nettement par la structure tout à fait anormale des aires ambulacraires paires postérieures. C'est la première fois qu'une différence aussi considérable est signalée chez une même espèce d'Échinide entre les aires paires antérieures et les aires postérieures. Par la structure des premières, le genre *Dipneustes* appartient à la famille des *Brissidées* et rappelle les *Micraster*, tandis que par les aires postérieures superficielles, il se rapproche de la famille des *Spatangidées*. C'est un type très curieux, je dirai presque étrange, et qui doit avoir sa place marquée dans l'évolution des Échinides; il se montre à la fin de la période crétacée, au moment où le grand genre *Micraster*, avec lequel il présente certaines affinités, va disparaître, et lorsque va bientôt se développer dans le terrain tertiaire une faune échinitique toute différente, les *Maretia*, les *Euspatangus*, les *Sarsella*, etc., aux aires ambulacraires superficielles, et aussi les *Schizaster*, les *Linthia*, les *Pericosmus* aux aires ambulacraires déprimées, comme celles des *Micraster*. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de 1892.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Montyon (*Physiologie*). — MM. Marey, Brown-Séquard, Chauveau, Bouchard, Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Charcot et de Lacaze-Duthiers.

Prix Pourat. — MM. Brown-Séquard, Chauveau, Ranvier, Charcot, Marey réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouchard et Sappey.

Prix Gay. — MM. Mascart, Cornu, Lippmann, Potier, Fizeau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Becquerel et d'Abbadie.

Prix généraux (*Médaille Arago*). — MM. Bertrand, Faye, Berthelot, Fizeau, Hermite réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et d'Abbadie.

Prix Montyon (*Arts insalubres*). — MM. Gautier, Schützenberger,

Troost, Schlœsing, Bouchard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. le baron Larrey et Friedel.

Prix Trémont. — MM. Bertrand, Sarrau, Fizeau, Berthelot, Daubrée réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Faye et Lévy.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **P. Dupont** adresse pour le concours du prix de Statistique, par l'entremise de M. Larrey, un Mémoire ayant pour titre : « Statistique médicale de Rochefort en 1887 (34e année) ».

(Renvoi au concours du prix de Statistique).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *Ch. André* intitulé : « Relations des phénomènes météorologiques déduites de leurs variations diurnes et annuelles ». (Présenté par M. Mascart.)

ASTRONOMIE. — *Étude expérimentale de l'équation décimale dans les observations du Soleil et des planètes, faite à l'Observatoire de Lyon.* Note de MM. **Ch. André** et **F. Gonnessiat**, présentée par M. Mascart.

« Le dispositif expérimental employé dans cette étude diffère un peu de celui que nous avons décrit pour les étoiles (1), le problème à résoudre étant un peu différent lui-même à cause des dimensions du disque qu'il faut rendre instantanément visible en différents points successifs du champ, à des intervalles réguliers d'une seconde.

» Une lame métallique percée d'une ouverture de $0^m,04$ de diamètre,

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 157.

recevant à l'aide d'un miroir vertical incliné à 45° les rayons d'une lampe à arc placée latéralement, forme le disque lumineux à observer; lame et miroir sont portés par un chariot mobile, de telle sorte que ce disque, d'environ une minute de diamètre apparent, se déplace d'un mouvement uniforme dans le champ de la lunette d'observation : des contacts électriques disposés sur les rails donnent les positions de passages par les fils, correspondant à chaque bord du disque, au moyen de signaux inscrits par l'une des plumes d'un chronographe en regard des indications de temps dont il sera question plus loin, et que l'on combine avec des pointés micrométriques.

» La discontinuité de l'éclairement est obtenue comme il suit : la lumière de la lampe à arc traverse une première lentille qui en fait converger les rayons en une petite image de 3^{mm} à 4^{mm} sur une fente de même largeur, pratiquée dans une lame métallique portée à l'extrémité d'un pendule à secondes, oscillant dans un plan perpendiculaire à la direction du faisceau éclairant. A chaque oscillation du pendule, le faisceau entier traverse la fente pendant un temps très court ($0^s,01$ environ); une seconde lentille, ayant son foyer au même point que la première, reçoit ces rayons, les rend parallèles et les envoie sur le miroir réfléchissant.

» Le pendule est d'ailleurs muni d'un interrupteur électrique qui enregistre sur le chronographe, parallèlement aux contacts dont nous avons parlé, l'instant de son passage sur la verticale, c'est-à-dire de l'apparition du disque sur la lunette. On a ainsi tous les éléments nécessaires à la détermination des temps réels de passages par chaque fil de l'un ou l'autre bord de disque; la comparaison des valeurs ainsi obtenues à celles que donne l'observation fait connaître pour chaque observateur l'erreur provenant de l'*équation décimale* et permet d'étudier celle-ci.

» Nous donnons ici les résultats de trois séries d'observations comprenant chacune de 200 à 250 passages, faites par MM. Ch. André (C. A.), F. Gonnessiat (F. G.), et G.-L. Cadet (L. C.); la vitesse était, comme précédemment, la vitesse équatoriale.

	Sens direct.				Sens inverse.			
	Bord I.		Bord II.		Bord I.		Bord II.	
	ε.	c.	ε.	c.	ε.	c.	ε.	c.
C. A...	±0^s,059	+0^s,11	±0^s,041	−0^s,03	±0^s,060	−0^s,01	±0^s,043	+0^s,07
F. G...	±0,022	−0,05	±0,027	+0,03	±0,029	−0,04	±0,022	+0,04
L. C...	±0,040	+0,01	±0,025	−0,02	±0,042	0,00	±0,051	−0,01

» Bornons-nous encore à la constante c; ce Tableau montre que de l'équation décimale seule, et pour ce genre d'observations, résultent d'assez grandes différences dans les équations personnelles des différents observateurs; ces différences varient avec le bord observé et atteignent à peu près $0^s,1$ d'un bord à l'autre pour deux des observateurs, tandis qu'elle est sensiblement nulle pour le troisième : il serait donc important de tenir compte de cette erreur dans la détermination du diamètre solaire au moyen d'observations de passages.

» D'un autre côté, on doit conclure de ce qui précède, que le procédé des apparitions instantanées, essayé dans quelques observatoires, pour l'élimination des erreurs personnelles, ne présente qu'une garantie insuffisante. »

ASTRONOMIE. — *Sur la latitude obtenue à l'aide du grand cercle méridien de l'Observatoire de Paris.* Note de M. **Périgaud**, présentée par M. Mouchez.

« A la fin de l'année 1890, le grand cercle méridien de l'Observatoire a été pourvu d'un bain de mercure nouveau système, tel qu'on le trouve décrit au n° 13 du 1er semestre 1888 des *Comptes rendus*. A l'aide d'un escalier roulant, de manœuvre très facile, on peut effectuer les déterminations du nadir en se plaçant à volonté au nord ou au sud. Les images des fils du micromètre et des étoiles observées par réflexion sont généralement très bonnes, et sans que l'on puisse au juste en démêler la cause, bien meilleures qu'au cercle de Gambey.

» Aussitôt en possession du nouveau bain, je me suis empressé de déterminer la latitude au moyen d'observations directes et réfléchies de la Polaire dont la position peut être considérée comme suffisamment connue.

» Voici les résultats obtenus :

Observations directes. Dates.			Secondes de la latitude.	Observations réfléchies. Dates.			Secondes de la latitude.
1890.	Décembre	12...	10",8	1891.	Janvier	25.....	10",8
	»	13...	11,0		»	26.....	10,7
1891.	Janvier	11...	11,7		»	27.....	11,4
	»	15...	11,0		»	30.....	10,9
	Février	8...	10,9		»	31.....	11,4
	»	22...	11,1				
	»	24...	10,8				

les observations réfléchies ayant été corrigées de 0″,1 à cause de la distance du bain de mercure à la verticale passant par le centre de l'instrument.

» La température extérieure était fournie par un thermomètre placé près de l'objectif.

» Comme on n'aperçoit aucune différence entre les observations directes et les observations réfléchies, on peut, ce qui est plausible, supposer la flexion négligeable et prendre, pour représenter la latitude vraie, la moyenne de tous ces nombres, ce qui donne :

$$48°50'11'',0.$$

» M. Boquet est arrivé au même résultat en prenant la moyenne d'une cinquantaine de latitudes obtenues de février en août 1891.

» Je rappellerai ici que Villarceau, en 1863, a trouvé, avec le cercle I de Rigaud, 48°50′10″,47 et, en 1886, avec le cercle II de Rigaud, 48°50′11″,13.

» En 1887, MM. Leveau et Renan, avec le cercle du jardin ont donné 48°50′10″,8.

» Il n'est pas sans intérêt de rapprocher plusieurs des nombres obtenus jusqu'ici pour cette constante :

Cercle de Gambey (sept. et oct. 1888)......	48°.50′.10″,9
Cercle de Gambey (1891).................	48.50.10,9
Grand méridien (1891)...................	48.50.11,0
Moyenne des résultats de Villarceau........	48.50.10,8
Cercle méridien du jardin (1887)..........	48.50.10,8

» Ces latitudes présentent un accord remarquable.

» La moyenne 48°50′10″,9 résultant ainsi du concours de cinq instruments et de cinq observateurs, il semble permis de lui attribuer une haute précision. »

ASTRONOMIE. — *Sur une série de déterminations de la latitude, faites au grand cercle méridien de l'Observatoire de Paris.* Note de M. **F. Boquet**, présentée par M. Mouchez.

« Les observations suivantes de la Polaire (α Petite Ourse) ont été effectuées au grand instrument de l'Observatoire de Paris, spécialement dans le but de *rechercher la variabilité* de la latitude. Elles embrassent une

période de sept mois. Les lectures du cercle ont toujours été faites sur le même trait : la détermination du nadir suivait ou précédait de très près celle de la position de la Polaire, un quart d'heure au maximum. Il a été fait, en moyenne, trois séries de dix pointés sur la Polaire et deux groupes de dix pointés sur le nadir. Le cercle était lu avant et après chaque série de pointés, soit quatre lectures pour l'étoile et trois pour le nadir.

» Nous avons pris les moyennes mensuelles. L'éphéméride adoptée pour la distance polaire de α Petite Ourse est celle de la *Connaissance des Temps*, avec une correction de $-0'',1$ à la déclinaison. Cette correction a été fournie par de nombreuses séries d'observations de passages supérieurs et inférieurs effectuées par M. Périgaud au cercle mural de Gambey.

» Nous donnons, dans le Tableau ci-dessous, les résultats obtenus; toutes les observations ont été faites de jour :

Dates.	Passage observé.	Latitude conclue.	Nombre d'observations.
1891. Février...........	S	48°50′10″,9	14
Mars.............	S	11,2	4
Avril.............	S	11,2	7
Mai..............	S	11,0	5
Juillet............	I	10,9	6
Août.............	I	10,9	7

» En juin, il n'a été possible d'effectuer que deux observations, dont une incomplète. Quoique la moyenne obtenue s'écartât très peu des nombres ci-dessus, nous ne l'avons pas fait figurer dans le Tableau.

» On n'aperçoit dans la marche de ces nombres aucune trace de la loi qu'on a cru découvrir dans d'autres Observatoires. Cette conclusion se trouve entièrement confirmée par les résultats parallèles obtenus dans la même période de temps, au cercle mural de Gambey, par M. Périgaud. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift (1892, mars 6) et de la comète Denning (1892, mars 18), faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux*, par MM. G. Rayet et L. Picart. Note de M. G. Rayet.

Comète Swift (1892, mars 6).

Dates 1892.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Mars 25.....	16.17.21,4	20.22.15,59	$-\bar{1},565$	103.54.59,0	−0,839	1	L. Picart
31.....	16.32.17,5	20.47.28,18	$-\bar{1},537$	98. 9.45,0	−0,828	2	L. Picart
Avril 1.....	16.14.37,7	20.51.18,41	$-\bar{1},558$	96.26.58,6	−0,819	3	L. Picart
2.....	16.22.35,1	20.55.12,23	$-\bar{1},547$	95.23.17,9	−0,818	4	G. Rayet
3.....	16.36.29,2	20.59. 3,87	$-\bar{1},527$	94.20. 1,0	−0,815	5	G. Rayet
4.....	16. 1.48,8	21. 2.46,53	$-\bar{1},569$	93.18. 2,9	−0,808	6	L. Picart
8.....	16.11.27,7	21.17.39,81	$-\bar{1},553$	89. 9.48,6	−0,793	7	G. Rayet

Comète Denning (1892, mars 18).

Dates 1891.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Mars 31.....	9.32.27,7	0. 0.59,66	$+\bar{1},594$	29.22.40,4	−0,900	8	G. Rayet
Avril 3.....	8.54.33,0	0.18.19,33	$+\bar{1},729$	29.18.57,5	−0,869	9	G. Rayet

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1892,0.

Étoiles.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1..	Schjellerup, n° 8030	20.20.15,97	−0,64	103.54. 8,7	+ 9,56
2..	Lalande, n° 40345, Verseau	20.48.13,68	−0,62	97.17.44,4	+11,73
3..	Annales de l'Obs. de Bogenhausen, n° 26544	20.49.43,25	−0,60	96.26.45,9	+11,00
4..	$Weisse_1$. H. XX, n° 1250	20.50.59,16	−0,58	95.22.19,5	+11,22
5..	$Weisse_1$. H. XXI, n° 5	21. 3.41,66	−0,62	94.19.54,7	+11,46
6..	Annales de l'Obs. de Bogenhausen, n° 27121	20.59. 7,79	−0,58	93.25.45,3	+11,51
7..	½[$Weisse_1$. H. XXI, n° 326. — Catalogue de Glasgow, n° 5436]	21.16.20,35	−0,58	89. 5.47,7	+12,12
8..	Helsingfors-Gotha, n° 14657	23.59.31,10	−3,32	29.17.14,8	+ 7,79
9..	Helsingfors-Gotha, n° 316	0.20.34,59	−3,28	29.11. 9,8	+ 7,86

» La comète Swift est très brillante avec un noyau de 7e-8e grandeur,

une chevelure de 8′ de diamètre et une trace de queue. La comète Denning est très faible. »

ASTRONOMIE. — *Sur la théorie des satellites de Jupiter*. Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« Le travail que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie a été entrepris dans le but de soumettre au contrôle de l'observation la théorie des satellites de Jupiter, de M. Souillart. Un seul cas excepté, il ne contient que les éclipses et les passages des ombres dont le commencement et la fin ont pu être observés par des circonstances atmosphériques irréprochables. Jusqu'en 1889 l'instrument employé a été une lunette de 108^{mm} d'ouverture, armée d'un grossissement de 180; à partir de cette époque, une lunette de 135^{mm}, avec un grossissement de 220. A moins d'indication contraire, il n'y est question que de mes propres observations.

» Quoique relativement à l'instant de la conjonction déduite de l'observation il puisse y avoir une incertitude de quelques minutes, les demi-durées ont été déterminées en calculant la latitude du satellite, ainsi que les divers éléments qui s'y rapportent, pour l'instant ainsi déduit. En raison du but proposé, ce procédé était naturellement le plus logique, d'autant plus que l'erreur qui en peut résulter pour la demi-durée est bien négligeable. Remarquons en outre qu'elle l'est davantage lorsqu'il s'agit, et c'est ici souvent le cas, des phénomènes observés loin des nœuds.

» Dans l'observation des passages des ombres on a eu égard à deux corrections, relatives à la diffraction et à la distance de la corde parcourue au grand axe du disque. Il est aisé de comprendre jusqu'à quel point ces deux causes, trop souvent négligées, tendent à raccourcir en apparence la durée du passage, surtout quand il s'agit des ombres des troisième et du quatrième satellite observées près des bords polaires.

» En élargissant un peu le cadre de cette étude il ne sera peut-être pas déplacé de signaler aussi le résultat du calcul de l'éclipse du quatrième satellite qui, d'après la *Connaissance des Temps,* doit avoir lieu, le 16 avril de la présente année, et dont la demi-durée serait de $20^m 44^s$. D'après le nouveau calcul le satellite doit se trouver, au moment de la conjonction, en dehors de la section de l'ombre, à 3′ de son bord boréal; partant en dehors aussi de l'anneau de la pénombre que l'on pourrait estimer comme étant réellement efficace.

» De l'ensemble des faits que je vais exposer tout à l'heure il ressort un accord satisfaisant entre la théorie et l'observation, du moins dans le degré de précision que ces observations comportent. Une légère particularité mérite à peine d'être signalée. En admettant qu'au 1er janvier 1850 la valeur de la constante γ_4 était de 314°46′16″,56, l'accord de l'ensemble s'établit moins bien qu'en adoptant une valeur un peu moindre. Je me suis arrêté à 314°45′0″. La vraie valeur doit différer très peu de 314°45′10″.

» Dans la liste suivante les éclipses et les passages des ombres sont inscrits par ordre de latitude croissante, en faisant abstraction du signe. Les demi-durées sont exprimées en minutes et secondes.

Éclipses.

Satellite.	Date.	Demi-durée calculée.	Demi-durée observée.	Demi-durée *Connaissance des Temps.*	Diff. calc. — obs.
		m s	m s	m s	m s
III.....	1890 Oct. 19......	105.18	105.00	106.27	0.18
III.....	1887 Mars 3......	53.32	53.52	56.10	—0.20
III.....	1876 Mars 14......	47.59	47.41 (1)	50. 4	0.18
III.....	1887 Juillet 3......	45.32	44.56	49. 0	0.36
III.....	1881 Sept. 18......	43.58	44.25	46.48	—0.27
IV.....	1890 Août 5......	133.34	133.41	137.10	—0. 7
IV.....	1885 Févr. 2......	132.52	133.56	137.55	—1. 4
IV.....	1878 Juin 26......	123.29	123.24 (2)	127.40	—0. 5
IV.....	1891 Sept. 28......	105.35	105. 2	110.42	0.33
IV.....	1883 Avril 4......	35. 5	34.11	43. 3	0.54

Passages des ombres.

Satellite.	Date.	Demi-durée calculée.	Demi-durée observée.	Demi-durée *Connaissance des Temps.*	Diff. calc. — obs.
		m s	m s	m s	m s
I.......	1889 Juillet 30......	65.41	65.32	»	0. 9
I.......	1887 Avril 29.......	63.12	63. 0	»	0.12
II......	1888 Juin 15.......	58.11	59.14	»	—1. 3
III.....	1891 Novembre 28..	90.56	92. 2	98. 0	—1. 6
III.....	1889 Septembre 9...	88.38	86.24	»	2.14
III.....	1887 Mars 28.......	54.43	53. 9	»	1.34
III.....	1887 Mai 3.........	51.28	51.50	»	—0.22

(1) Observation de M. Jean, faite à l'Observatoire de Toulouse, à l'aide d'une lunette de 15cm.

(2) Observation de M. Perrotin, faite à l'aide d'une lunette de 108mm.

Satellite.	Date.	Demi-durée calculée.	Demi-durée observée.	Demi-durée Connaissance des Temps.	Diff. calc. — obs.
III.....	1881 Décembre 31..	48.23 m s	49.21 m s	»	—0.58 m s
IV.....	1891 Septembre 3...	113.30	113.54	124. 0	—0.24
IV.....	1891 Novembre 9...	97.58 (1)	97.20	109.30	0.38
IV.....	1889 Juillet 24.....	35.22	36.10	»	—0.48

MÉCANIQUE. — *Sur les transformations en Mécanique.* Note de M. P. **Painlevé**, présentée par M. Darboux.

« Soit $T(q'_1, \ldots, q'_k, q_1, \ldots, q_k)$ et $T_1(q'_1, \ldots, q'_k, q_1, \ldots, q_k)$ deux formes quadratiques des variables q'_i, dont les discriminants Δ et Δ_1 sont différents de zéro et qui, par suite, peuvent toujours être regardées comme les demi-forces vives de deux systèmes matériels S et S_1. Soit, d'autre part, Q_i et Q'_i des fonctions quelconques de $q_1, q_2, \ldots, q_k$. Écrivons les deux systèmes d'équations de Lagrange

$$(1)\qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \qquad q'_i = \frac{dq_i}{dt}$$

et

$$(2)\qquad \frac{d}{dt_1}\left(\frac{\partial T_1}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial T_1}{\partial q_i} = Q'_i, \qquad q'_i = \frac{dq_i}{dt_1}$$

$[i = 1, 2, \ldots, k]$.

Les équations (1) définissent $q_2, q_3, \ldots, q_k$, par exemple, en fonction de q_1 et de $(2k-1)$ constantes arbitraires; le nombre des constantes s'abaisse toutefois à $(2k-2)$ si les Q_i sont nuls, *et seulement dans ce cas* (quand les Q_i ne dépendent pas des q'). La même remarque s'applique aux équations (2).

» La question que nous nous posons est la suivante : *Étant donné un système d'équations (1), former tous les systèmes (2) tels que les relations entre les q_i définies par (1) et par (2) coïncident.*

» A cette question se ramène aussitôt le problème plus général : *Étant données les équations (1), former tous les systèmes d'équations (3),*

$$(3)\quad \frac{d}{dt_1}\left(\frac{\partial T'}{\partial r'_i}\right) - \frac{\partial T'}{\partial r_i} = R_i(r_1, r_2, \ldots, r_k), \qquad r'_i = \frac{dr_i}{dt_1}, \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

tels que les relations entre les r_i définies par (3) se déduisent des relations entre les q_i définies par (1) par un changement de variables $q_i = \varphi_i(r_1, r_2, \ldots, r_k)$;

(1) Observation de la première moitié du passage.

$T'(r'_1, \ldots, r'_k, q_1, \ldots, q_k)$ désigne une forme quadratique des variables r'_i.

» Observons d'abord que, quels que soient T et les Q_i, les relations entre les q_i ne sont pas modifiées quand on remplace T par CT_1, Q_i par αQ_i, C et α étant des constantes différentes de zéro. Pour T et Q_i quelconques, il n'existe pas, comme nous l'allons voir, d'autres équations (2).

» Si T est quelconque, mais si les Q_i admettent une fonction de forces, $Q_i = \frac{\partial U}{\partial q_i}$, on peut, comme l'a montré M. Darboux, remplacer T par $C(U + h)T$, et U par $\frac{\alpha}{U+h}$, sans modifier les relations entre les q_i.

» Pour T quelconque, on forme de cette manière toutes les équations (2).

» Traitons maintenant la question posée, en nous plaçant d'abord dans le cas où tous les Q_i sont nuls. S'il en est ainsi, les Q'_i sont nuls également, car les relations entre les q_i ne dépendent que de $(2k-2)$ constantes. Le problème auquel nous sommes ramenés coïncide donc, pour $k=2$, avec le problème de M. Dini. En généralisant la méthode par laquelle M. Darboux résout ce dernier problème, nous montrons que *les équations* (1) (*où les* Q_i *sont nuls*) *admettent l'intégrale du second degré*

$$(4) \qquad \left(\frac{\Delta}{\Delta_1}\right)^{\frac{2}{1+k}} T_1 = K = h'.$$

» Le premier membre de (4) ne se réduit à une constante que si $T_1 = CT$.

» Il résulte de là qu'*on peut passer du système* (1) *au système* (2) (*où* $Q_i = Q'_i = 0$) *par la transformation*

$$(5) \qquad \frac{dt}{\Delta^{\frac{1}{k+1}}} = C\,\frac{dt_1}{\Delta_1^{\frac{1}{k+1}}}.$$

» *Quand* T *et* T_1 *satisfont à cette condition, à des fonctions* Q_i *quelconques correspondent*, ainsi qu'on le voit aisément, *des fonctions* Q'_i *telles que les systèmes* (1) *et* (2) *définissent les mêmes relations entre les* q_i, *et l'on passe encore de* (1) *à* (2) *par la transformation* (5).

» Inversement : 1° si les formes T et T_1 sont telles qu'à des fonctions Q_i quelconques on puisse faire correspondre des fonctions Q'_i pour lesquelles le système (2) répond à la question, on peut passer de (1) à (2) par la transformation (5), et quand on annule tous les Q_i, les équations (1) admettent l'intégrale (4); 2° si, pour certains systèmes de fonc-

tions Q_i, Q'_i, on peut passer de (1) à (2) par une transformation

$$dt = \lambda(q_1, \ldots, q_k)\, dt_1,$$

la même substitution transforme (1) en (2) quand on annule les Q_i et les Q'_i, et les propriétés précédentes s'appliquent.

» Cette dernière partie du théorème, prévue par M. Appell, a été démontrée par M. Dautheville pour $k = 2$.

» Il convient de signaler le cas où T_1 coïncide avec une des forces vives T' qui dérivent de T, quand on remplace les q_i par $\varphi_i(q_1, \ldots, q_k)$. Les relations entre les q_i sont alors les mêmes que le système S soit soumis aux forces Q_i ou aux forces $Q'_i(\varphi_1, \ldots, \varphi_k)$. Si T_1 dépend de constantes arbitraires, les équations des *géodésiques* relatives à T admettent un groupe continu de transformations. Inversement, si ces équations admettent un tel groupe, ce groupe transforme T soit en elle-même, soit en une forme T_1, dépendant de constantes, qui jouit par rapport à T des propriétés que nous venons d'énoncer. On peut dans ce cas calculer les fonctions Q_i telles que les équations entre les q_i définies par (1) admettent le même groupe ou un sous-groupe. Ces remarques s'appliquent en particulier aux transformations homographiques de M. Appell.

» Quand le problème des géodésiques relatives à T admet une intégrale du second degré $K = h'$, on peut toujours supposer que le discriminant δ de K n'est pas nul, puisque $K + CT$ est encore une intégrale. *Les équations* (2) *où l'on fait* $Q'_i = 0$ *et* $T_1 = \left(\frac{\Delta}{\delta}\right)^{\frac{2}{k-1}} K$ *correspondent-elles aux équations* (1) *par la transformation* (5)?

» Cette réciproque, vraie pour $k = 2$, ne l'est plus pour k quelconque; T et K doivent satisfaire à des conditions supplémentaires. Au sujet de ces intégrales, je renverrai à deux Notes de M. R. Liouville (*Comptes rendus*, avril et décembre 1891).

» Abordons enfin la question dans toute sa généralité. Il est clair que $\frac{dq_1}{dt}$ et $\frac{dq_1}{dt_1}$ peuvent s'exprimer à l'aide des q_i, $\frac{dq_i}{dq_1}$ et de $\frac{d^2 q_2}{dq_1^2}$, par exemple : $\frac{dq_1}{dt_1}$ est donc une fonction de q_i, $\frac{dq_i}{dq_1}$ et de $\frac{dq_1}{dt}$. *Nous montrons que l'expression*

$$\left(\frac{\Delta_1}{\Delta}\right)^{\frac{1}{k+1}} \frac{\frac{dq_1}{dt_1}}{\frac{dq_1}{dt}}$$

est une intégrale première du second degré de (1)

$$K = K_2 + K_0 = h'.$$

Trois cas sont possibles :

» 1° K se réduit à une constante; les équations (1) et (2) se correspondent alors par la transformation (5).

» 2° K_2 ne diffère pas de CT; ce cas ne se présente que s'il y a une fonction de forces, et si les équations (2) se déduisent de (1) par la transformation de M. Darboux.

» 3° Les équations (1) admettent une intégrale du second degré qui n'est pas celle des forces vives.

» Si donc on laisse de côté les deux transformations signalées au début et qui s'appliquent quelle que soit la forme T, *il ne saurait exister d'équations* (2) *répondant à la question que si le problème des géodésiques relatives à* T *admet une intégrale du second degré*. La réciproque n'est vraie que pour $k = 2$; la transformation (5) fournit alors, quelles que soient les fonctions Q_i, des équations (2); mais pour des forces Q_i particulières, il peut exister d'autres équations (2); notamment les équations entre les q_i définies par (1) peuvent admettre un groupe continu de transformations qui ne conserve pas les géodésiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'analyse combinatoire circulaire.* Note de M. E. **Jablonski**, présentée par M. C. Jordan.

« 1. On peut envisager l'analyse combinatoire de deux points de vue distincts; les objets combinés, arrangés ou permutés peuvent être supposés placés en ligne droite ou autour d'un cercle; *l'objet de cette Note est de montrer comment on peut évaluer les nombres de permutations et d'arrangements circulaires complets*. Pour les combinaisons, il n'y a rien de nouveau à dire, elles sont les mêmes dans les deux analyses.

» Ma méthode, pour les permutations *circulaires* de m objets, consiste à partager l'ensemble des permutations *rectilignes* des mêmes objets, avec les mêmes répétitions, en groupes pouvant se décomposer en portions identiques de m_p objets et pas moins, m_p étant un diviseur de m. Chacun de ces groupes répondant à un même nombre m_p redonne m_p fois la même permutation circulaire; la question est donc ramenée à chercher le nombre des permutations rectilignes répondant à un même nombre m_p.

» 2. Soient $\alpha, \beta, \ldots, \lambda$ les indices d'une permutation rectiligne, D leur

plus grand commun diviseur. Posons $\alpha = \alpha'.D$, $\beta = \beta'.D$, ..., $\lambda = \lambda'.D$. α', β', ..., λ' sont premiers entre eux.

» Faisons $\alpha + \beta + \ldots + \lambda = m = m'D$ et désignons par $P(n)$, quel que soit l'entier n, le nombre entier

$$\frac{(m'n)!}{(\alpha' n)!\,(\beta' n)!\ldots(\lambda' n)!},$$

qui est le nombre des permutations rectilignes complètes d'indices

$$\alpha' n,\ \beta' n,\ \ldots,\ \lambda' n.$$

» Soit maintenant d_p un diviseur quelconque de D, désignons par $Q\left(\frac{D}{d_p}\right)$ le nombre des permutations rectilignes d'indices α, β, ..., λ qui peuvent se décomposer en d_p portions identiques et pas plus de $\frac{m}{d_p}$ ou m_p objets. On a

$$\sum_1^D Q\left(\frac{D}{d_p}\right) = P(D) \qquad (d_p \text{ divis. de D, y compris 1 et D}).$$

» Plus généralement, soit n un diviseur quelconque de D et d_q un diviseur quelconque n, y compris 1 et n, nous aurons

$$\sum^n Q\left(\frac{n}{d_q}\right) = P(n);$$

d_q est aussi un diviseur de D et $\frac{n}{d_q}$ se retrouve parmi les nombres $\frac{D}{d_p}$: donc toutes les égalités précédentes contiennent tous les nombres Q qui répondent aux différents diviseurs de D et rien que ceux-là. On a ainsi pour déterminer les nombres Q un système linéaire d'équations à autant d'inconnues que d'équations. Il est aisé de voir que le déterminant principal de ce système est $+1$, et, par suite, que ces équations déterminent complètement les inconnues.

» Cela posé, le nombre des permutations *circulaires* complètes d'indices α, β, ..., λ est

$$\sum_1^D \frac{1}{m_p} Q\left(\frac{D}{d_p}\right) \qquad \text{ou} \qquad \frac{1}{m}\sum_1^D Q\left(\frac{D}{d_p}\right) d_p,$$

qui peut se mettre sous forme linéaire et homogène des nombres $P(n)$. Il

n'est pas nécessaire pour cela, ainsi que me l'a fait remarquer M. C. Jordan, de résoudre les équations en Q, il suffit de faire usage d'un théorème général de la théorie des nombres, à savoir : les mêmes notations étant conservées, si l'on a

$$\sum_{1}^{n} R(d_q) = S(n) \qquad (d_q \text{ divis. de } n, \text{ y compris } 1 \text{ et } n),$$

on a aussi

$$R(n) = S(n) - \Sigma S\left(\frac{n}{a}\right) + \Sigma S\left(\frac{n}{ab}\right) - \Sigma S\left(\frac{n}{abc}\right) + \ldots.$$

Les Σ s'étendant ici aux combinaisons simples deux à deux, trois à trois, etc. des nombres $a, b, c, \ldots, l$ qui sont tous les facteurs premiers distincts du nombre n.

» Si l'on fait $S(n) = n$, on trouve

$$R(n) = n\left(1 - \frac{1}{a}\right)\left(1 - \frac{1}{b}\right)\cdots\left(1 - \frac{1}{l}\right) = \varphi(n),$$

$\varphi(n)$ étant le nombre qui exprime combien il y a d'entiers premiers avec n et moindres que n. On a donc

$$\sum_{1}^{d} \varphi(d') = d \qquad (d' \text{ divis. de } d),$$

et le nombre à évaluer peut s'écrire

$$\frac{1}{m}\sum_{1}^{D}\left[Q\left(\frac{D}{d}\right)\sum_{1}^{d}\varphi(d')\right] \qquad \text{ou} \qquad \frac{1}{m}\sum_{1}^{D} P\left(\frac{D}{d}\right)\varphi(d) \qquad (d \text{ divis. de } D),$$

qui est le résultat cherché; il faut convenir de faire $\varphi(1) = 1$.

» 3. La question étant résolue pour le nombre des permutations circulaires complètes, il est aisé d'en déduire la solution de la même question pour les arrangements *circulaires* complets. On considère les arrangements *rectilignes* complets de p lettres distinctes m à m, on les décompose en permutations rectilignes et l'on passe ensuite des permutations rectilignes aux permutations circulaires, comme on vient de le dire.

» 4. La méthode qui a réussi pour la réduction de la somme

$$\sum_{1}^{D} Q\left(\frac{D}{d}\right) d \qquad (d \text{ divis. de } D)$$

peut être appliquée au cas plus général où l'on aurait à réduire

$$\sum_1^{\mathrm{D}} \mathrm{Q}\left(\frac{\mathrm{D}}{d}\right) d^t \qquad (d \text{ divis. de D}),$$

où t est quelconque. Si l'on fait

$$\mathrm{P}(n) = \sum_1^n \mathrm{Q}\left(\frac{n}{d}\right) \qquad (d \text{ divis. de } n),$$

on trouve

$$\sum_1^{\mathrm{D}} \mathrm{Q}\left(\frac{\mathrm{D}}{d}\right) d^t = \sum_1^{\mathrm{D}} \mathrm{P}\left(\frac{\mathrm{D}}{d}\right) \varphi_t(d) \qquad [\varphi_t(1) = 1],$$

où

$$\varphi_t(n) = n^t\left(1 - \frac{1}{a^t}\right)\left(1 - \frac{1}{b^t}\right)\cdots\left(1 - \frac{1}{l^t}\right),$$

a, b, c, ..., l étant tous les facteurs premiers distincts du nombre entier n.

» Cette formule ne suppose rien sur la fonction $\mathrm{Q}\left(\frac{\mathrm{D}}{d}\right)$, si ce n'est qu'elle ait une valeur déterminée, mais arbitraire, pour chaque diviseur d; de là une infinité d'identités que l'on peut étendre à l'Algèbre, en remplaçant le nombre entier D par un polynôme entier en x, et les entiers d diviseurs de D par les polynômes entiers diviseurs du premier polynôme, en convenant, pour préciser, que tous les termes de plus haut degré en x auront un coefficient égal à $+1$. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique des métaux.* Note de M. **Le Verrier**, présentée par M. Mascart.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats de quelques recherches que j'ai faites au Conservatoire sur la chaleur spécifique de divers métaux (cuivre, argent, aluminium, zinc et plomb).

» Dans ces expériences je mesurais, au moyen du pyromètre de Le Chatelier, la température au moment même de l'immersion dans le calorimètre. Cette méthode m'a permis de constater, dans tous les métaux étudiés, des points singuliers analogues à ceux que M. Pionchon a signalés pour le fer, le nickel et le cobalt.

» La chaleur spécifique $\left(\frac{\Delta c}{\Delta t}\right)$ reste sensiblement constante pendant des périodes qui n'excèdent pas, en général, un intervalle de 200° à 300°;

puis elle change brusquement. La variation de la chaleur totale est donc représentée, non par une courbe continue, mais par une ligne brisée.

» Les différentes portions droites de cette ligne peuvent se raccorder par des éléments de courbe variables. Au voisinage des points singuliers, l'état du corps n'est pas fonction de sa température seule; il change avec la manière dont elle a été atteinte. Le travail moléculaire qui correspond au changement d'état subit, en général, un certain retard, et l'on ne trouve pas les mêmes chaleurs totales pendant le réchauffage ou le refroidissement. Si l'on part d'une température inférieure, pour y revenir, après avoir dépassé celle qui correspond au point singulier, on obtient un cycle fermé, et non une courbe unique.

» Je signalerai le cas du plomb : ce métal commence à se modifier à un moment où la chaleur totale correspondante à l'état qu'il va prendre serait inférieure à celle qu'il possède déjà. Aussi la courbe présente un palier : la chaleur totale reste à peu près la même de 20° à 30°.

» Le zinc est remarquable par les anomalies considérables qu'il présente pendant sa seconde phase, entre 110° et 200°. On sait qu'à cette température il subit aussi une modification prononcée au point de vue mécanique : il devient malléable et acquiert une faculté d'allongement presque infinie.

» Si l'on rapproche mes observations de celles que M. Le Chatelier a données sur les variations de la résistance avec la température, on peut remarquer que la seconde phase (commençant à des températures de 200° à 300°), coïncide toujours avec la période où les métaux sont le plus malléables, en ce sens que le rapport entre l'allongement et la charge de rupture y est maximum : au delà de cette seconde phase, ils deviennent cassants parce que la charge de rupture devient très faible.

» Les résultats de ces expériences sont consignées dans le Tableau ci-joint.

» J'ai tracé les courbes des chaleurs totales à partir de zéro : mais, aux températures basses, le procédé de mesure employé n'est pas sensible et les déterminations n'offrent d'intérêt qu'au-dessus de 100°.

Plomb.

	Chaleur spécifique moyenne.	Chaleur totale.
A. 0 à 230...	0,038	$0,038t$
B. 220 à 250...	A peu près nulle.	Presque constante.
A'. 250 à 300...	0,0465	$8,15 + 0,0465(t - 250)$

Zinc.

	Chaleur spécifique moyenne.	Chaleur totale.
A. 0° à 110°...	0,096	$0,096 \times t$
B. 100 à 140 (très variable).	Absorption de $0^{cal},8$ vers 110°.	
A'. 110 à 300...	0,105	$11,36 + 0,105(t - 110)$
A''. 300 à 400...	0,122	$31,4 + 0,122(t - 300)$ Croît rapidement au-dessus de 400 et s'élève à 46^{cal} vers 410, un peu avant la fusion.

Aluminium.

A. 0 à 300...	0,22	$0,22t$
A'. 300 à 530...	0,30	$65 + 0,30(t - 300)$
B'. 530 à 560...	La cristallisation du silicium se fait vers 500°, et le point singulier B' se rapproche de cette température dans l'aluminium siliceux.	Absorption de 10^{cal} vers 535.
A''. 540 à 600...	0,46	$139 + 0,46(t - 530)$ 170^{cal} vers 600; se relève ensuite rapidement et dépasse 200 avant la fusion (620°).

Argent.

A. 0 à 260...	0,0565	$0,0565t$
A'. 260 à 660...	0,075	$14^{cal},7 + 0,075(t - 260)$
A''. 660 à 900...	0,066	$44^{cal},7 + 0,066(t - 660)$ 62^{cal} vers 930, un peu avant la fusion.

Cuivre.

A. 0 à 360...	0,104	$0,104t$
B. 320 à 380...	»	Absorption de 2^{cal} vers 350.
A'. 360 à 580...	0,125	$37,2 + 0,125(t - 360)$.
B'. 560 à 600...	»	Absorption de 2^{cal} vers 580.
A''. 580 à 780...	0,09	$37 + 0,09(t - 580)$
B''. 740 à 800...	»	Absorption de $3^{cal},5$ vers 780.
A'''. 780 à 1000..	0,118	$92 + 0,118(t - 800)$ 117^{cal} vers 1020°.

OPTIQUE. — *Sur la polarisation de la lumière diffusée par les milieux troubles.* Note de M. **A. Hurion**, présentée par M. Mascart.

« Dans un Mémoire inséré aux *Annales de Chimie et de Physique* [1], M. L. Soret a cherché à expliquer la polarisation atmosphérique en admettant que « les choses se passent comme si, sous l'influence de la lumière, les particules diffusantes devenaient des centres de mouvement vibratoire identique à celui des atomes de l'éther dans l'onde incidente ». Il a montré de plus qu'il fallait, pour avoir le mouvement réel au point considéré, ajouter à l'action de la lumière incidente celle produite par la lumière diffuse en des points voisins de celui que l'on envisage.

» Se plaçant dans le cas limite d'une masse sphérique homogène éclairée par un faisceau de lumière naturelle parallèle à une direction donnée qu'il prend pour axe des x, il calcule l'action exercée par cette masse sur son centre. Le résultat de son calcul est le suivant : la vibration résultante au point O, centre de la sphère, admet deux composantes égales, suivant les directions OY et OZ et une composante plus petite dirigée suivant OX.

» En admettant ces résultats indiqués par M. Soret, il devient facile de calculer la proportion de lumière polarisée qu'on devrait trouver dans la lumière diffusée par le point O suivant une droite OA faisant un angle ω avec l'axe des Y et situés dans le plan XOY. En effet, le mouvement provenant de l'onde directe donnant seulement deux composantes égales suivant les directions OY et OZ, on aura en fin de compte à considérer deux vibrations égales dirigées suivant OY et OZ, et correspondant à une intensité m, et une vibration suivant OX correspondant à une intensité plus faible n. Les composantes normales à OA seront dirigées l'une suivant OZ, l'autre suivant OB normale à OA dans le plan XOY. L'intensité de la première sera m, celle de la seconde $m \sin^2\omega + n \cos^2\omega$. Dès lors, on aura pour la quantité de lumière naturelle dans le faisceau considéré

$$m \sin^2\omega + n \cos^2\omega$$

et, pour quantité de lumière polarisée,

$$m - m \sin^2\omega - n \cos^2\omega = (m - n)\cos^2\omega,$$

---

(1) 6e série, t. XIV, p. 503.

Par suite, la proportion de lumière polarisée est

$$\frac{(m-n)\cos^2\omega}{m+m\sin^2\omega+n\cos^2\omega}=\frac{(m-n)\cos^2\omega}{2m-(m-n)\cos^2\omega},$$

ou, en posant $\frac{n}{m}=p$,

$$\frac{(1-p)\cos^2\omega}{2-(1-p)\cos^2\omega}.$$

» Telle est la formule que j'ai cherché à vérifier, en me plaçant autant que possible dans les conditions que suppose la théorie. Le milieu diffusant est constitué par de l'eau contenant de l'essence de citron placée dans une cuve. Un faisceau cylindrique de lumière électrique traverse horizontalement la cuve, et un photopolarimètre de M. Cornu, tournant sur un limbe vertical, peut se déplacer le long d'une règle horizontale. Le tube de l'instrument a été prolongé et fermé par une glace, de façon à pouvoir plonger dans le liquide; on évite ainsi les effets de réfraction. On peut alors mesurer la quantité de lumière polarisée en visant dans une direction quelconque au centre de la section du faisceau situé au milieu de la cuve. On constate tout d'abord que, pour avoir des mesures précises, il faut opérer avec une lumière sensiblement homogène, les résultats trouvés dépendant de la couleur. C'est ainsi qu'en se plaçant normalement au faisceau, et mettant un verre rouge sur le trajet de la lumière, on a obtenu dans une expérience une quantité de lumière polarisée égale à 0,78, tandis qu'avec un verre bleu on avait seulement 0,72.

» Les expériences ont été faites en employant un verre rouge et ont permis de vérifier la loi à $\frac{1}{25}$ près. Toutefois il faut remarquer que les résultats ne sont satisfaisants qu'en prenant la moyenne des déterminations faites dans deux positions symétriques par rapport à la normale au faisceau. Les nombres obtenus ne sont pas les mêmes dans les deux positions; cela tient à ce qu'on ne se trouve pas exactement dans les conditions théoriques. On s'en assure en mesurant la quantité de lumière polarisée dans une direction normale au faisceau en différents points de la cuve. On trouve que cette quantité diminue à mesure qu'on s'éloigne de l'extrémité de la cuve qui reçoit la lumière. Toutefois la variation est assez faible dans la première moitié, ce qui permet de vérifier encore assez bien la formule en plaçant toujours l'extrémité du tube de l'appareil au milieu de la cuve et opérant sous différentes incidences, mais en visant toujours de manière

que le sens général de la propagation de la lumière diffusée soit celui de la lumière incidente.

» Dans toutes les expériences, il est bon de faire une observation pour $\omega = 0$, et immédiatement après pour la valeur de ω, que l'on s'est désignée d'avance.

» Exemple de mesures faites par la première méthode indiquée :

Première solution.

	Quantité de lumière polarisée.		
ω.	Observation.		Calcul.
0	0,819		0,819
50° à droite...	0,242		
		0,231	0,228
50° à gauche..	0,221		

Seconde solution.

	Quantité de lumière polarisée.		
ω.	Observation.		Calcul.
0	0,831		0,831
30° à droite...	0,530		
		0,512	0,520
30° à gauche..	0,495		

» Je me propose de continuer ces recherches et de les appliquer à l'étude de la polarisation atmosphérique. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition du permanganate d'argent et sur une association particulière de l'oxygène avec l'oxyde d'argent.* Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« Le permanganate d'argent se décompose spontanément à la température ordinaire, au sein de l'air et de l'eau, mais très lentement; à 100° ou dans l'eau chaude son altération est plus rapide; vers 135° sa décomposition est brusque et accompagnée de déflagration. Tous les résidus obtenus dans ces diverses conditions sont opaques et ne présentent pas de forme cristalline bien définie; ils dégagent du chlore au contact de l'acide chlorhydrique; ceux qui ont été produits à 135° sont anhydres, les autres renferment de $\frac{2}{100}$ à $\frac{4}{100}$ d'eau. Ils ne perdent rien dans le vide.

» L'expérience a prouvé que le mode d'analyse indiqué par la nature des corps décelés qualitativement dans ces suroxydes était insuffisant et laissait passer inaperçu de $\frac{1}{100}$ à $\frac{3}{100}$ d'un élément que l'on a reconnu être de l'oxygène en opérant de la manière suivante : le ballon dans lequel on faisait ordinairement le dosage de l'oxygène fut disposé de manière à opérer en présence d'un courant d'acide carbonique et à n'introduire le suroxyde dans le mélange acide réducteur qu'après avoir chassé tout l'air de l'appareil. A partir de ce moment, on procédait à l'attaque complète en amenant

lentement à l'ébullition le liquide du ballon tout en continuant à recueillir les gaz dégagés dans l'appareil Dupré rempli de solution de potasse. L'opération achevée, on a toujours constaté la présence d'un volume d'oxygène dont le poids correspondait, à quelques millièmes près, à ce qui manquait en centièmes aux nombres fournis par les détails de l'analyse.

» Je ne citerai ici que la moyenne des résultats fournis par l'analyse des résidus de la décomposition du permanganate d'argent opérée au sein de l'eau maintenue à 75°. Ce sont ceux dans lesquels se rencontre la plus forte proportion d'oxygène inactif et les conditions qui accompagnent leur production ne permettent pas plus de supposer la décomposition du protoxyde d'argent que la réduction du manganèse à un degré d'oxydation inférieur au bioxyde. On s'est assuré que les proportions d'oxygène actif ou inactif trouvées au moyen des liqueurs titrées restaient les mêmes, soit que l'on se servît de l'acide oxalique, du sulfate ferreux ou de l'acide arsénieux pour opérer la réduction des manganites d'argent en présence de l'acide sulfurique et dans les conditions les plus variées :

	Analyse.		$(MnO^2)^2AgO + O + HO$.	
MnO	32,71	18,31 °/₀ Ox.	32,27	18,38 °/₀ Ox.
Ox actif	7,33		7,27	
AgO	53,38		52,73	
Ox inactif	2,75		3,64	
HO	3,29		4,09	
Perte	0,54		»	
	100,00		100,00	

» La proportion d'oxygène actif correspondant exactement à celle qu'exige le protoxyde de manganèse pour former l'acide manganeux, et cette dernière combinaison étant la plus pauvre en oxygène qui pût se produire en présence du permanganate d'argent, toujours en excès pendant la préparation, on a cru devoir regarder tout l'oxygène actif comme combiné au manganèse.

» Afin de déterminer auquel des deux corps, bioxyde de manganèse ou protoxyde d'argent, était fixé l'oxygène inactif, on a recherché sa présence, mais en vain, dans les composés oxygénés du manganèse les plus variés tels que les bioxydes les plus riches en oxygène, les manganites de chaux et de potasse, les manganates et permanganates alcalins ; on s'est assuré, de plus, que, dans les combinaisons où entrent les suroxydes de manganèse et l'oxyde d'argent, la présence de l'oxygène inactif n'était pas un fait

constant : le permanganate d'argent ainsi que les manganites de ce métal résultant, soit de l'action de l'acide manganeux sur l'acétate d'argent $4(MnO^2)AgO$, soit de la décoloration du permanganate d'argent par l'eau oxygénée, $2(MnO^2)AgO$, n'ont pas donné la moindre trace d'oxygène inactif. On a été plus heureux avec le composé qui se dépose au pôle positif lors de l'électrolyse de l'azotate d'argent. Les beaux cristaux ainsi obtenus représentent une combinaison à laquelle M. Berthelot attribue la formule $4(AgO^3)AzO^5AgO, HO$. Ce corps a été soumis, comme les manganites d'argent du permanganate, à l'action du mélange des acides oxalique et sulfurique dans un courant d'acide carbonique. Dans ces conditions, on a constaté que les $\frac{4}{5}$ environ de l'oxygène qu'il renfermait en sus du protoxyde d'argent avaient oxydé l'acide oxalique; le reste, s'élevant de $\frac{1}{100}$ à $\frac{2}{100}$ du poids des cristaux, s'est montré inactif et a pu être recueilli au-dessus de la potasse. Il me paraît bien résulter de ce fait que, dans les produits de la décomposition du permanganate d'argent, la présence de l'oxygène inactif devait être rattachée à celle de l'oxyde d'argent.

» L'oxygène inactif se trouve-t-il, dans ces manganites, à l'état occlus ou à l'état de combinaison? Deux faits, à mon avis, semblent contraires à l'hypothèse de l'occlusion : les corps en question qui, d'après leur analyse, auraient condensé 113 fois leur volume d'oxygène, ne provoquent pas l'inflammation de l'oxygène sec et surtout, contrairement à ce qui arrive avec l'hydrogène occlus par les métaux, on ne constate pas d'augmentation dans l'activité oxydante de cet oxygène si fortement comprimé dans ces manganites. L'hypothèse d'un état de combinaison présente aussi ses difficultés. A la vérité, l'action de la chaleur sur ces produits serait de nature à l'appuyer parce que le départ de l'oxygène inactif exige l'application d'une température voisine de celle qui provoque la décomposition du carbonate d'argent, 150° environ à l'air libre. D'un autre côté, il est difficile d'admettre l'existence d'un suroxyde d'argent inférieur au bioxyde et n'exerçant aucune action oxydante sur l'acide oxalique lorsque l'on voit, dans les suroxydes d'argent de l'électrolyse, une partie de l'oxygène qu'ils renferment, agir sur le même corps réducteur. Il faudrait, avant de se prononcer à ce sujet, connaître mieux les propriétés des suroxydes d'argent *isolés* [1] et rechercher si l'oxygène inactif ne peut se trouver associé à d'autres oxydes qu'à celui de l'argent; j'ai commencé ces re-

[1] Et particulièrement le sesquioxyde d'argent découvert par M. Berthelot (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXI, p. 164; 1880).

cherches; les résultats obtenus feront l'objet d'une Communication ultérieure.

» Ce qui paraît certain, c'est que le manganite d'argent, objet de ce travail, contient, associé à l'acide manganeux, un composé oxygéné de l'argent qui serait le premier représentant, signalé jusqu'à présent, d'une catégorie de suroxydes bien différents de l'eau oxygénée et des suroxydes de potassium, de baryum, de manganèse et de plomb. Ce composé se distingue de chacun d'eux par l'inactivité complète, à l'égard du sulfate ferreux acide, de l'oxygène qu'il renferme en sus du protoxyde d'argent, mais de celui-là seulement. Il diffère en outre des suroxydes de potassium et de baryum en ce que, lors de sa décomposition par les acides, il ne produit pas d'eau oxygénée.

» La seule conclusion qu'il me soit permis de tirer des faits précédents, c'est qu'il peut exister entre les oxydes métalliques et l'oxygène une association distincte de celle qui est connue sous le nom d'*occlusion* et à l'état de combinaison proprement dit, association dont le caractère distinctif serait de produire, lors de sa rupture sous l'action des acides, la séparation de tout ou d'une partie de l'oxygène, en sus du protoxyde, sous une forme aussi peu active que celle que possède le gaz à l'état de liberté. »

CHIMIE. — *Sur de nouveaux sels de fer.* Note de MM. LACHAUD et C. LEPIERRE, présentée par M. Schützenberger.

» Le sulfate d'ammonium fondu nous ayant paru, après quelques essais, un bon agent minéralisateur, nous avons soumis à son action un grand nombre de corps minéraux et organiques. Nous décrirons aujourd'hui les résultats obtenus avec le sulfate ferreux. A la température où se font nos réactions, le sulfate d'ammonium étant transformé en grande partie en sulfate acide, pour économiser du temps, nous avons toujours employé ce sel comme point de départ. Voici notre manière générale d'opérer :

» On fond une molécule Am^2SO^4 et une molécule H^2SO^4 jusqu'à fusion tranquille (point de fusion 121°); on projette dans le liquide un cinquième environ de sulfate ferreux, ou de sulfate ferroso-ammonique, ou même de la limaille de fer; on chauffe lentement pour chasser la plus grande partie de l'eau et l'on continue le chauffage plus ou moins, suivant les cas, en suivant la marche au microscope.

» Dans ces conditions, il se forme successivement plusieurs sels tous cristallisés; ces produits sont, pour la plupart, insolubles dans l'eau froide, qui les attaque cependant peu à peu; l'eau chaude a une action plus éner-

gique. Pour séparer certains de ces corps de l'excès de sulfate d'ammonium, l'eau seule ne donnerait donc que de mauvais résultats; car, étant donnée la dureté de la masse refroidie, l'action du dissolvant ne peut qu'être lente; de plus, la pulvérisation est pratiquement impossible parce que le sulfate acide d'ammonium est hygrométrique; mais, comme il est soluble dans l'alcool chaud et que les corps obtenus y sont insolubles, voici la marche que nous avons suivie :

» Couler la masse en plaques, laisser refroidir, concasser grossièrement; faire bouillir au réfrigérant ascendant avec son poids d'alcool à 65°-70° G.-L.; la masse se désagrège; décanter l'alcool chaud qui a dissous le sulfate acide, répéter le traitement alcoolique s'il le faut; turbiner ou filtrer rapidement le produit restant pour en séparer l'alcool qui l'imprègne; laver à l'alcool à 90°; laisser sécher à l'air.

» Voici maintenant les corps obtenus :

» 1° $(SO^4)^3Fe^2.SO^4Fe.4Am^2SO^4.3H^2O$. — Ce sel ferrosoferrique se forme en chauffant le sulfate d'ammonium avec l'acide sulfurique, de manière que la quantité de ce dernier soit insuffisante pour se transformer complètement en SO^4AmH; le bain renferme donc un excès de sulfate neutre; par exemple, 1850^{gr} SO^4Am^2, 1000^{gr} H^2SO^4 et 600^{gr} sulfate ferreux; on chauffe jusqu'à ce qu'il commence à se dégager de l'anhydride sulfureux (275°); dans ces conditions, il se forme des aiguilles incolores prismatiques qui, après traitement à l'alcool et séchage à 110°, renferment encore $3H^2O$. Elles sont insolubles dans l'alcool; densité 2,02 à 10°; elles se dissolvent peu à peu dans l'eau froide; l'eau bouillante les transforme facilement en un sulfate basique insoluble, qui se dissout dans les acides; la solution aqueuse faite à froid ou à chaud réduit le permanganate (nous nous sommes assurés de l'absence des sulfites) et fournit les caractères des sels ferreux et ferriques.

» Chauffées, ces aiguilles donnent successivement du sulfate ferrique, puis de l'oxyde ferrique amorphes.

» 2° $(SO^4)^3Fe^2.3Am^2SO^4$. — En continuant à chauffer les aiguilles précédentes au sein du sulfate, elles se transforment en un sel double répondant à la formule indiquée; cependant, comme la transition est difficile à saisir, voici comment nous opérons pour l'avoir pur :

» On chauffe 880^{gr} de sulfate acide et 250^{gr} de sulfate ferroso-ammonique hydraté; après le départ de l'eau, il se forme des hexagones blancs, décrits plus bas, puis il se dégage de l'anhydride sulfureux et les hexagones disparaissent peu à peu complètement, remplacés par des aiguilles prismatiques; en continuant le chauffage, des vapeurs se forment et les hexagones réapparaissent; si l'on s'arrête après la disparition

des premiers hexagones, en suivant au microscope, on obtient facilement le sel en aiguilles.

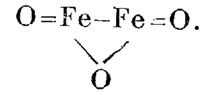
» Ce produit ne réduit pas le permanganate; densité 2,31 à 14°. Il est insoluble dans l'eau froide et dans l'alcool; l'eau chaude le dissout et le transforme en un sel basique; il est jaune à chaud et blanc à froid. Calciné seul, il donne du sulfate ferrique, puis de l'oxyde ferrique, tous deux amorphes.

» 3° $(SO^4)^3Fe^2.SO^4Am^2$. — Ce sel double, cristallisé en hexagones, s'est constamment produit dans nos opérations : 1° par action prolongée de SO^4AmH sur le sulfate ferreux ou ferroso-ammonique, jusqu'à évaporation complète; 2° par chauffage au sein du sulfate des deux sels ci-dessus décrits. Densité 2,45 à 14°; jaune à chaud; blanc rosé à froid; l'eau froide l'attaque lentement en rongeant les angles des cristaux. Calciné à l'air, il donne le sulfate ferrique, puis l'oxyde ferrique, tous deux cristallisés en hexagones. La solution aqueuse donne par évaporation l'alun ferrico-ammonique.

» 4° $(SO^4)^3Fe^2$. — C'est le sulfate ferrique cristallisé et anhydre, signalé seulement, croyons-nous, dans des fours industriels; il se forme en continuant à chauffer au sein du sulfate l'un quelconque des sels précédents, ou par calcination du dernier sulfate à l'air qui perd la dernière molécule de Am^2SO^4 pour donner le sulfate ferrique. Ce sont des lamelles hexagonales jaunes à chaud et à froid, de densité 3,05 à 14°; il se dissout peu à peu dans l'eau froide et est hygrométrique.

» 5° Fe^2O^3. — L'oxyde ferrique obtenu par calcination des deux sels précédents est cristallisé en lamelles hexagonales quand les produits d'origine le sont; les cristaux, en passant de l'un des corps à l'autre, gardent leur forme; une calcination trop prolongée abime les cristaux; densité, 4,95 à 14°.

» C'est le dernier terme d'une série de transformations où nous voyons 1 molécule de sulfate d'ammonium, puis 3 molécules d'anhydride sulfurique disparaître par le chauffage sans que, pour cela, la forme cristalline change; ceci rappelle en quelque sorte la stabilité du noyau benzénique dont les chaînes latérales peuvent disparaître sans que l'édifice principal perde ses propriétés fondamentales de chaîne fermée; dans notre cas, le noyau Fe^2O^3 serait, comme on l'admet, tétratomique



» Sur chacun des oxygènes viendraient se fixer d'abord $3SO^3$, puis SO^4Am^2, puis $2SO^4Am^2$. Nous remarquerons que les densités croissent sans interruption à mesure que l'on se rapproche de Fe^2O^3.

» Nous poursuivons l'étude de l'action générale du sulfate d'ammonium fondu, et pous publierons sous peu d'autres résultats. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfurique sur quelques hydrocarbures cycliques.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Friedel.

« Dans son travail d'ensemble sur les essences de résine, M. Renard signale ce fait que l'heptine C^7H^{12} est vivement attaqué par l'acide sulfurique, dès la température ordinaire, avec production de deux isomères $C^{14}H^{24}$ et d'une petite quantité de carbures plus volatils, formés en majeure partie de toluène C^7H^8 et d'un nouvel hydrure C^7H^{14}, inattaquable par le brome à froid (1).

» L'auteur semble n'attacher que peu d'importance à cette dernière observation : il est, en effet, singulier que l'acide sulfurique puisse jouer le rôle de corps hydrogénant vis-à-vis de l'heptine; d'autre part, le toluène et l'hydrure C^7H^{14} se rencontrent toujours dans les huiles légères qui servent à la préparation de l'heptine : on peut, par suite, supposer que ce corps en retient des traces, impossibles à éliminer par fractionnement à cause du voisinage de leurs points d'ébullition; l'acide sulfurique n'aurait alors d'autre effet, en polymérisant l'heptine, que de faciliter la séparation du mélange initial.

» Cependant il est aisé de reconnaître que la proportion des carbures légers produits dans l'action de l'acide sulfurique sur l'heptine varie considérablement avec les conditions de l'expérience : lorsqu'on emploie un excès d'acide et qu'on laisse la température s'élever librement, cette proportion peut atteindre jusqu'à 30 pour 100 du poids de l'heptine employé; elle est alors évidemment incompatible avec celle des impuretés que peut contenir un produit distillant à température fixe.

» Cette circonstance m'a conduit à reprendre l'étude de la réaction de M. Renard; je me suis efforcé surtout de l'appliquer à un produit présentant des garanties de pureté indéniables.

» A défaut de perséite, dont le rendement en heptine est trop faible

(1) Renard, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. I, p. 234.

pour suffire à une pareille recherche, j'ai réussi à obtenir ce corps exempt de tout mélange en le régénérant du nitrosochlorure que j'ai décrit dans une précédente Communication ([1]).

» Il suffit pour cela de traiter la combinaison $C^7H^{12}AzOCl$ par la potasse alcoolique, en refroidissant pour éviter la polymérisation du produit : la liqueur brunit, il se dépose du chlorure de potassium et il se dégage de l'éther nitreux en abondance. Lorsque la réaction est terminée, on précipite par l'eau, on décante l'heptine qui vient surnager, enfin on le sèche sur de la potasse et l'on rectifie.

» 230gr de nitrosochlorure cristallisé m'ont ainsi donné 50gr de produit pur, passant de 104°,9 à 105°,4, soit 36,5 pour 100 du rendement théorique.

» Le Tableau suivant résume les principales constantes physiques de l'heptine pur; on y a joint, pour comparaison, les nombres correspondant au carbure extrait des huiles de résine par distillation simple.

	Ébullition sous 767mm,5.	Densité à 0° (eau à 4°).	Const. capill. a^2 à 20°.	Coefficient de dilatat. de 0° à 15°.	Indices Hα.	Indices Inα.
Heptine pur......	104°,9 — 105°,4	0,81417	6,45	0,001109	1,43912	1,45278
Heptine ordinaire.	104°,6 — 105°,3	0,81424	6,47	0,001106	1,44077	1,45455

» Ces chiffres montrent que l'heptine ordinaire est sensiblement homogène et très près de l'état de pureté complète; cette première constatation est importante, car on aurait pu y supposer l'existence d'isomères en même temps que celle de carbures à poids moléculaires différents.

» Agité avec son volume d'acide sulfurique à 66°, l'heptine pur se comporte exactement comme l'heptine ordinaire : une partie du carbure se dissout, avec échauffement et dégagement de gaz sulfureux; une autre vient peu à peu se rassembler à la partie supérieure du mélange, dont il est facile de la séparer par décantation; si alors on distille, on recueille une quantité relativement considérable d'un produit qui, rectifié sur le sodium, passe de 94° à 96°, sans donner traces de toluène.

» L'analyse et la densité de vapeur de ce corps conduisent à la formule prévue C^7H^{14} :

	Trouvé.	Calculé.
Densité de vapeur...........	3,51	3,40
Carbone....................	85,68	85,71
Hydrogène..................	14,30	14,29

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 677.

» Sa détermination exacte permettra d'établir sûrement la structure moléculaire de l'heptine; je me réserve de revenir bientôt sur ce point.

» Les carbures incomplets dérivés de l'acide camphorique sont attaqués par l'acide sulfurique de la même manière que l'heptine : en effet, j'ai réussi à obtenir, par la décomposition sèche du camphorate de cuivre, à 270°, quelques centimètres cubes d'un liquide répondant très sensiblement à la formule C^8H^{14}, et qui, au contact de l'acide sulfurique, s'est partiellement converti en un hydrure saturé, résistant à l'action du brome ou de l'acide azotique froids, sans doute identique à l'hexahydrure de xylène C^8H^{16} qui se produit lorsqu'on traite l'acide camphorique par le chlorure de zinc ou l'acide iodhydrique.

» La pyrogénation du camphorate d'argent m'a fourni un autre carbure C^8H^{14}, distillant de 106° à 108°, et que l'acide sulfurique a également transformé en hexahydrure de xylène.

» Enfin, le pinène paraît subir dans les mêmes circonstances une transformation du même ordre, car M. Armstrong a reconnu, dès 1879, la présence d'un carbure $C^{10}H^{20}$ dans les produits de l'attaque du térébenthène ou de la terpine par l'acide sulfurique étendu ([1]).

» Donc, en résumé, et contrairement à sa manière habituelle d'agir, l'acide sulfurique est capable d'amener certains carbures cycliques de la famille des terpènes à l'état d'hydrogénation maximum. Cette hydrogénation paraît être corrélative du dégagement d'acide sulfureux qui l'accompagne toujours et témoigne de l'oxydation d'une partie de l'hydrocarbure; elle peut être interprétée par une influence réductrice qu'exercerait ce gaz sur quelque hydrate instable, résultant d'une action directe de l'acide sulfurique sur le reste du produit.

» Remarquons en terminant qu'on peut voir là une nouvelle analogie entre l'heptine et les véritables terpènes, qui vient se joindre à celles que j'ai précédemment signalées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur quelques principes sucrés.* Note de M. J. **Fogh.**

« En comparant la chaleur de combustion de l'érythrite et de la mannite avec celle de la glycérine, du glycol et de l'alcool méthylique,

([1]) *Berichte der deuts. chem. Gesellschaft,* t. XII, p. 1759.

MM. Berthelot et Matignon [1] ont observé que toutes ces valeurs augmentent suivant une progression régulière avec l'accroissement de l'atomicité dans l'alcool. En effet, depuis l'alcool méthylique jusqu'à l'érythrite et même jusqu'à la mannite la chaleur de combustion est accrue d'environ 113^{Cal} par la fixation de CH^2O.

» Les nombreux corps nouveaux découverts par M. E. Fischer à la suite de ses recherches sur les principes sucrés permettent de suivre plus avant ces relations intéressantes et d'en établir la généralité. A cet effet, M. Fischer a bien voulu mettre à ma disposition plusieurs échantillons bien cristallisés qui, par les soins de M. Piloty, ont été amenés à ce haut degré de pureté nécessaire pour ces sortes de déterminations.

» Voici les résultats thermochimiques :

» 1. *Glucoheptite* $C^7H^{16}O^7$.

Chaleur de combustion : deux combustions. Moyenne pour 1^{gr}	$+3966^{cal},5$
Pour une molécule : $C^7H^{16}O^7 = 212^{gr}$	$+840^{Cal},9$ à v. c. $+841^{Cal},2$ à p. c.
Chaleur de formation :	
C^7 (diamant) $+ H^{16} + O^7 = C^7H^{16}O^7$ cristallisé	$+370^{Cal},9$

» 2. *Glucoheptose* $C^7H^{14}O^7$.

Chaleur de combustion : deux combustions. Moyenne pour 1^{gr}	$+3732^{cal},8$
Pour une molécule : $C^7H^{14}O^7 = 210^{gr}$	$+783^{Cal},9$ à v. c. et à p. c.
Chaleur de formation :	
C^7 (diamant) $+ H^{14} + O^7 = C^7H^{14}O^7$ cristallisé	$+359^{Cal},2$

» 3. *Lactone de l'acide glucoheptonique* $C^7H^{12}O^7$.

Chaleur de combustion : deux combustions. Moyenne pour 1^{gr}	$+3494^{cal},8$
Pour une molécule : $C^7H^{12}O^7 = 208^{gr}$	$+726^{Cal},9$ à v. c. $+726^{Cal},6$ à p. c.
Chaleur de formation :	
C^7 (diamant) $+ H^{12} + O^7 = C^7H^{12}O^7$ cristallisé	$+347^{Cal},5$

» Ces trois corps, très bien cristallisés, représentent dans une même série l'alcool, l'aldéhyde (ou le sucre) et l'acide monobasique déshydraté; les chaleurs de formation diminuent régulièrement de $11^{Cal},7$ en raison de la perte successive de H^2. La chaleur dégagée par la fixation de H^2 sur

(1) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 12.

l'aldéhyde est de $13^{Cal},5$ pour le glucose et de $11^{Cal},7$ pour le glucoheptose, ce qui concorde; entre l'alcool éthylique et l'aldéhyde la différence, d'après M. Berthelot, est de $14^{Cal},0$. Enfin, en comparant les chaleurs de combustion, on a :

	Chaleur de combustion.	Différence.
	Cal	Cal
Mannite	728,5	112,7
Glucoheptite	841,2	
Glucose	673,0	110,9
Glucoheptose	783,9	

» La différence constante pour CH^2O est bien celle observée par MM. Berthelot et Matignon. Il en est de même pour les lactones.

» 4. *Lactone de l'acide glucooctonique* $C^8H^{14}O^8$:

Chaleur de combustion : deux combustions. Moyenne pour 1^{gr}	$+3518^{cal},7$
Pour une molécule : $C^8H^{14}O^8 = 238^{gr}$	$+837^{Cal},5$ à v.c. $+837^{Cal},2$ à p.c.
Chaleur de formation : C^8 (diamant) $+ H^{14} + O^8 = C^8H^{14}O^8$ crist.	$+400^{Cal},2$

» La chaleur de combustion l'emporte de $110^{Cal},6$ sur celle du lactone $C^7H^{12}O^7$. La même différence existe entre la chaleur de combustion de ce dernier corps et celle du lactone $C^6H^{10}O^6$. J'ai étudié trois lactones isomères de cette composition.

» 5. *Lactone de l'acide mannonique droit* $C^6H^{10}O^6$:

Chaleur de combustion : deux combustions. Moyenne pour 1^{gr}	$+3477^{cal},8$
Pour une molécule : $C^6H^{10}O^6 = 178^{gr}$	$+619^{Cal},0$ à v.c. $+618^{Cal},7$ à p.c.
Chaleur de formation : C^6 (diamant) $+ H^{10} + O^6 = C^6H^{10}O^6$ crist.	$+292^{Cal},1$

» 6. *Lactone de l'acide mannonique gauche* $C^6H^{10}O^6$:

Chaleur de combustion : deux combustions. Moyenne pour 1^{gr}	$+3465^{cal},7$
Pour une molécule $= 178^{gr}$	$+616^{Cal},9$ à v.c. $+616^{Cal},6$ à p.c.
Chaleur de formation : C^6 (diamant) $+ H^{10} + O^6 = C^6H^{10}O^6$ crist.	$+294^{Cal},2$

» 7. *Lactone de l'acide gulonique gauche* $C^6H^{10}O^6$:

Chaleur de combustion : deux combustions. Moyenne pour 1^{gr}	$+3456^{cal},8$
Pour une molécule : $C^6H^{10}O^6 = 178^{gr}$	$+615^{Cal},3$ à v.c. $+615^{Cal},0$ à p.c.
Chaleur de formation : C^6 (diamant) $+ H^{10} + O^6 = C^6H^{10}O^6$ crist.	$+295^{Cal},8$

» Ces trois lactones donnent sensiblement le même nombre, comme il arrive en général pour les corps de même fonction.

» Les mêmes relations générales reparaissent lorsque l'on compare les chaleurs de combustion de deux acides bibasiques dont la composition diffère de CH^2O.

» 8. *Acide mucique isomère (acide allomucique)* $C^6H^{10}O^8$:

Chaleur de combustion : deux combustions. Moyenne pour 1gr...	+2358cal,8
Pour une molécule : $C^6H^{10}O^8 = 210^{gr}$..........................	+ 495Cal,3 à v.c.
	+ 494Cal,5 à p.c.
Chaleur de formation : C^6 (diamant) + H^{10} + O^8 = $C^6H^{10}O^8$ crist.	+ 416Cal,3

» 9. *Acide trioxyglutarique inactif* $C^5H^8O^7$:

Chaleur de combustion pour 1gr..............................	+2163cal,7
Pour une molécule : $C^5H^8O^7 = 180^{gr}$..........................	+ 389Cal,5 à v.c.
	+ 388Cal,7 à p.c.
Chaleur de formation : C^5 (diamant) + H^8 + O^7 = $C^5H^8O^7$ crist..	+ 358Cal,2

» Pour ce dernier corps les données n'ont pu être déduites qu'à l'aide d'une seule expérience; les nombres sont peut-être un peu trop forts, la différence entre les chaleurs de combustion n'étant que de 105Cal,8 (¹). »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la formation de l'oxyhémoglobine au moyen de l'hématine et d'une matière albuminoïde.* Note de MM. **H. Bertin-Sans** et **J. Moitessier**, présentée par M. A. Gautier.

« On sait que, sous l'influence des acides et de la chaleur, l'oxyhémoglobine se décompose essentiellement en hématine et en matière albuminoïde. Les travaux entrepris jusqu'à aujourd'hui pour réaliser la synthèse de la matière colorante du sang à l'aide de ses produits de décomposition n'ont pas donné de résultats concluants; c'est ainsi que les expériences de Preyer ont été contestées par plusieurs auteurs, entre autres par Hoppe-Seyler et Jœderholm. Les recherches que nous allons exposer nous ont permis de réaliser cette importante synthèse.

» Nous avons employé, pour obtenir les produits à recombiner : 1° du sang; 2° des cristaux d'oxyhémoglobine. (Nous avons opéré dans chaque

(¹) Travail du laboratoire de M. Berthelot.

cas en présence des termes accessoires de la décomposition de l'oxyhémoglobine.)

» 1° On coagule du sang défibriné de bœuf ou de cobaye par deux fois son volume d'éther à 56°. Le coagulum est jeté sur un filtre, bien égoutté, puis traité à l'ébullition par de l'alcool à 95°, contenant 8 à 10 pour 100 d'acide tartrique. On filtre après refroidissement; on obtient ainsi un liquide alcoolique, brun foncé, renfermant en solution de l'hématine et de la matière albuminoïde (Cazeneuve, 1876). En versant goutte à goutte ce liquide dans un excès d'éther à 65°, et mélangeant bien après chaque addition, la matière albuminoïde se sépare en flocons blancs, l'hématine et l'acide tartrique restant en solution dans un liquide parfaitement limpide. Le précipité, séparé par décantation, est lavé à l'éther à 65° et dissous dans de l'eau distillée; on obtient ainsi une solution incolore, ayant les réactions des matières albuminoïdes, et ne présentant, même sous une très forte épaisseur, aucune bande d'absorption. D'autre part, la solution éthérée d'hématine est filtrée, puis évaporée au bain-marie; le résidu est repris par très peu d'alcool. La solution alcoolique obtenue présente bien le spectre de l'hématine pure dissoute dans l'alcool acidulé par l'acide tartrique (bande principale correspondant au λ 626).

» On ajoute, devant la fente du spectroscope, à cette solution alcoolique acide d'hématine la solution aqueuse de matière albuminoïde ci-dessus et l'on étend d'eau distillée de façon à porter le volume du mélange à huit ou dix fois celui de la solution alcoolique employée. Dans ces conditions on voit le spectre changer d'aspect : les bandes ont subi un déplacement vers l'extrémité la moins réfrangible; le milieu de la première (pour ne parler que de la plus nette), qui correspondait au λ 626, correspond maintenant au λ 648. Le nouveau spectre est identique à celui qu'on obtient en traitant directement une solution de sang par l'acide tartrique concentré.

» Si maintenant on neutralise *lentement* le mélange d'hématine et de matière albuminoïde par de la soude étendue à 1 pour 100, on voit le milieu de la bande située dans le rouge au λ 648 se déplacer peu à peu jusqu'au λ 633. Le liquide renferme à ce moment de la méthémoglobine acide. Il en présente le spectre, et il suffit de rendre le milieu très légèrement alcalin pour voir le spectre de la méthémoglobine acide faire place à celui plus caractéristique de la méthémoglobine alcaline [1]. Enfin l'addition de

---

[1] La première bande du spectre obtenu dans ces conditions est plus foncée par

quelques gouttes de sulfure ammonique au liquide, quand il renferme soit de la méthémoglobine acide, soit de la méthémoglobine alcaline, fait apparaître très nettement, d'abord le spectre caractéristique de l'oxyhémoglobine, puis celui de l'hémoglobine réduite. En faisant alors barboter un peu d'air dans le liquide, on voit la bande de Stokes se dédoubler pour redonner les bandes de l'oxyhémoglobine.

» A ces réactions spectrales, nous pouvons ajouter les suivantes qui concourent aussi à montrer que les corps formés sont bien de la méthémoglobine et de l'hémoglobine. La méthémoglobine alcaline obtenue précédemment repasse à l'état de méthémoglobine acide par légère acidification du liquide. Si à ce moment on ajoute un peu d'hydrogène sulfuré en solution, on observe la formation d'hémoglobine comme par le sulfure d'ammoniaque ([1]), mais l'excès d'hydrogène sulfuré peut être facilement chassé par un courant d'air, et l'oxyhémoglobine de synthèse obtenue dans ces conditions peut alors être transformée par le ferricyanure de potassium en méthémoglobine, dont on peut vérifier les différentes réactions. De plus, l'oxyhémoglobine de synthèse, traitée par l'oxyde de carbone, présente un spectre identique à celui de l'hémoglobine oxycarbonée; ce nouveau spectre n'est plus modifié par addition d'un excès de sulfure ammonique au liquide.

» Nous avons vérifié que notre solution alcoolique acide d'hématine seule ne donne ni méthémoglobine, ni hémoglobine, lorsqu'on la traite de la même façon que le mélange d'hématine et de matière albuminoïde. Au contraire, dès que la quantité de soude ajoutée est suffisante pour rendre la liqueur légèrement alcaline, on aperçoit le spectre de l'hématine alcaline.

» La formation d'hémoglobine à l'aide de ses produits de décomposition peut être obtenue plus simplement, si l'on ne veut pas opérer la séparation préalable de l'hématine et de la matière albuminoïde. Il suffit, dans ce cas, d'ajouter directement de l'eau, de la soude et du sulfure ammonique au liquide alcoolique, qui tient en solution l'hématine et la ma-

---

rapport aux autres que dans le spectre de la méthémoglobine alcaline pure en solution aqueuse; nous avons vérifié que cette particularité est due à la présence d'alcool dans le liquide.

([1]) Un grand excès d'hydrogène sulfuré fait apparaître le spectre de la thiométhémoglobine, comme cela a lieu pour la méthémoglobine pure.

tière albuminoïde, que nous avons précédemment dit traiter par l'éther pour en séparer ces deux éléments.

» Nous avons obtenu les mêmes résultats en remplaçant dans tous ces essais l'acide tartrique par l'acide oxalique.

» 2° Enfin nous avons répété les mêmes séries d'expériences en substituant des cristaux d'oxyhémoglobine de chien au coagulum obtenu par l'action de l'éther à 56° sur le sang total défibriné. Nous avons pu reproduire dans ces conditions les mêmes apparences spectrales et par suite régénérer très nettement l'oxyhémoglobine à l'aide de l'hématine et de la matière albuminoïde provenant de l'*oxyhémoglobine*, en passant par les mêmes termes de transformation. Mais il faut toujours avoir soin d'opérer *très lentement* la neutralisation, surtout vers la fin : le temps de l'opération doit durer plusieurs heures.

» L'ensemble de ces faits nous paraît établir que, dans les conditions que nous venons de préciser, l'hématine s'unit à la matière albuminoïde de l'oxyhémoglobine pour donner d'abord de la méthémoglobine, puis de l'oxyhémoglobine; à moins que, ce qui nous paraît fort peu probable, un mélange d'hématine et de matière albuminoïde ne puisse donner des apparences et la suite complète des réactions spectrales qui caractérisent l'hémoglobine et ses dérivés immédiats. Nous nous proposons du reste de poursuivre nos recherches en vue d'obtenir des cristaux d'hémoglobine de synthèse, qui donneraient une sanction définitive à notre manière de voir. »

ANATOMIE. — *Loi de l'apparition du premier point épiphysaire des os longs.* Note de M. **Alexis Julien**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« *Historique.* — Quand on étudie l'ossification des pièces du squelette humain, il semble que l'apparition des points osseux ne soit soumise à aucune règle précise. Pourtant, dès 1819, M. Serres a donné, sur la formation des os symétriques, des éminences et des cavités osseuses, trois formules que les livres classiques reproduisent sous le nom de *Lois de Serres*. Mais, la loi étant la constance dans la variété, ce nom ne peut convenir à des formules qui sont loin d'être exactes dans tous les cas.

» Tout os long se développe par un point osseux primitif pour le corps (diaphyse), et un ou plusieurs points osseux complémentaires pour ses

deux extrémités (épiphyses), ou bien pour l'une d'elles seulement. Dans le premier cas, l'os est diépiphysaire; il est monoépiphysaire dans le second, et alors l'une de ses extrémités est fournie par le point diaphysaire.

» Le point diaphysaire apparaît toujours le premier. Mais les points épiphysaires apparaissent-ils dans un ordre régulier? Les épiphyses se soudent-elles suivant un ordre constant? C'est ce que se sont demandé un grand nombre d'anatomistes, parmi lesquels je citerai principalement MM. A. Bérard, Sappey et Picqué. Ces trois auteurs nous ont, en effet, donné des formules beaucoup plus voisines de la vérité que celles de M. Serres. Mais aucune d'elles ne s'applique à tous les cas, aucune ne représente la constance dans la variété.

» *Formule d'après M. A. Bérard.* — Les principales formules de M. A. Bérard sur l'ossification des os longs me paraissent pouvoir se résumer en la formule suivante : *L'épiphyse d'un os long qui se soude la première avec la diaphyse, ou bien se développe conjointement avec elle, est celle vers laquelle se dirige le conduit nourricier.* Vraie pour les os longs des membres, cette formule ne saurait s'appliquer aux côtes qui, comme on le sait, n'ont pas de conduit nourricier.

» *Formule de M. Sappey.* — Pour M. Sappey, *le premier point épiphysaire d'un os long apparaît sur son extrémité la plus volumineuse.* Vraie pour le radius, cette formule est inexacte pour le cubitus. En effet, le premier point épiphysaire apparaît sur l'extrémité distale de ces deux os. Or, si cette extrémité est la plus volumineuse du radius, elle est la moins volumineuse du cubitus.

» *Formule de M. Picqué.* — Pour M. Picqué, *le premier point épiphysaire d'un os long monoépiphysaire apparaît sur son extrémité la plus mobile.* Vraie pour les côtes, la clavicule, les phalanges et les premiers métacarpien et métatarsien, cette formule est inexacte pour les quatre derniers métacarpiens et métatarsiens, dont les deux extrémités sont également fixes. D'ailleurs, elle ne comprend nécessairement pas les os diépiphysaires; mais elle a néanmoins une incontestable supériorité sur toutes les formules qui l'ont précédée, car la première elle fait intervenir le point de vue fonctionnel.

» *Formule nouvelle.* — C'est pour moi à la fois un devoir et un plaisir de reconnaître que la formule de M. Picqué m'a mis sur la voie de la découverte d'une loi vraie pour tous les os longs de l'Homme, sans une exception qui puisse l'infirmer. Cette loi est la suivante : *Le premier point épiphysaire d'un os long apparaît toujours sur son extrémité la plus importante*

au point de vue fonctionnel, c'est-à-dire répondant à l'articulation où se produisent les mouvements les plus importants.

» Je m'occuperai successivement des os longs diépiphysaires et monoépiphysaires. Au nombre de six, les diépiphysaires sont ceux du bras et de la cuisse, de l'avant-bras et de la jambe. Beaucoup plus nombreux, les monoépiphysaires comprennent les côtes, la clavicule, les métacarpiens, les métatarsiens et les phalanges.

» *Os diépiphysaires.* — Le *membre thoracique* est, avant tout, un appareil de préhension, dans lequel le rôle le plus important appartient aux articulations dont les mouvements sont les plus variés et les plus étendus. Ces articulations sont, sans contredit, les deux extrêmes, c'est-à-dire la scapulo-humérale et la radio-carpienne. Or, c'est au niveau de ces deux articulations qu'apparaît le premier point épiphysaire de l'humérus, du radius et du cubitus.

» Le *membre abdominal* est, au contraire, avant tout, un appareil de marche et de sustentation, dans lequel le rôle le plus important appartient à l'articulation la plus étendue, la plus solide et la plus riche en ligaments. De l'aveu de tous les anatomistes, cette articulation est la moyenne, c'est-à-dire la fémoro-tibiale. Or, c'est au niveau de cette articulation qu'apparaît le premier point épiphysaire du fémur et du tibia.

» Fortement unies au tibia, les deux extrémités du *péroné* sont également fixes. Mais, tandis que la proximale est entièrement exclue de l'articulation fémoro-tibiale, la distale contribue fortement, au contraire, à la formation de l'articulation tibio-tarsienne : son rôle est donc beaucoup plus important que celui de la proximale. Or, c'est sur l'extrémité distale du péroné qu'apparaît le premier point épiphysaire de cet os.

» Le premier point épiphysaire d'un os long diépiphysaire apparaît donc sur son extrémité la plus importante au point de vue fonctionnel.

» *Os monoépiphysaires.* — Le premier point épiphysaire des os longs monoépiphysaires apparaît également sur leur extrémité la plus importante au point de vue fonctionnel : 1° extrémité proximale des côtes, de la clavicule, des premiers métacarpien et métatarsien et des phalanges; 2° extrémité distale des quatre derniers métacarpiens et métatarsiens.

» *Conclusion.* — Je conclus donc que *le premier point épiphysaire d'un os long apparaît toujours sur son extrémité la plus importante au point de vue fonctionnel.* Telle est la *loi de l'apparition du premier point épiphysaire des os longs.* Vraie pour tous les os longs du corps humain, elle est sans doute également vraie pour les os longs des autres Vertébrés. Toutefois l'appari-

tion des points d'ossification des Animaux autres que l'Homme est encore trop peu connue pour que je puisse en fournir la preuve, mais je me réserve de la chercher.

» D'ailleurs, cette loi particulière n'est qu'un cas spécial d'une loi plus générale, celle de *la subordination de l'organe à la fonction*, loi qui peut être ainsi formulée : *il n'y a pas de fonction sans organe, mais l'organe est toujours subordonné à la fonction.*

» *Remarques.* — L'extrémité d'un os long la plus importante au point de vue fonctionnel est tantôt la proximale, tantôt la distale. Elle est généralement la plus volumineuse et opposée à la direction du conduit nourricier; mais elle est parfois aussi la moins volumineuse (cubitus) ou bien située dans la direction du conduit nourricier (péroné). Elle est très souvent la plus mobile, mais parfois aussi la moins mobile (fémur, radius, cubitus) : parfois enfin elle est aussi fixe que l'autre (péroné, quatre derniers métacarpiens et métatarsiens). Lorsque les deux extrémités d'un os long sont en rapport avec deux articulations d'égale valeur (2e phalange), l'extrémité la plus importante est alors la plus mobile.

» Mais, au milieu de toutes ses variations, cette extrémité conserve un caractère constant : *elle répond toujours à l'articulation où se produisent les mouvements les plus importants.* »

PHYSIOLOGIE. — *Appareil permettant de répéter facilement les expériences de Paul Bert sur l'air et sur l'oxygène comprimés.* Note de M. **G. Philippon**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

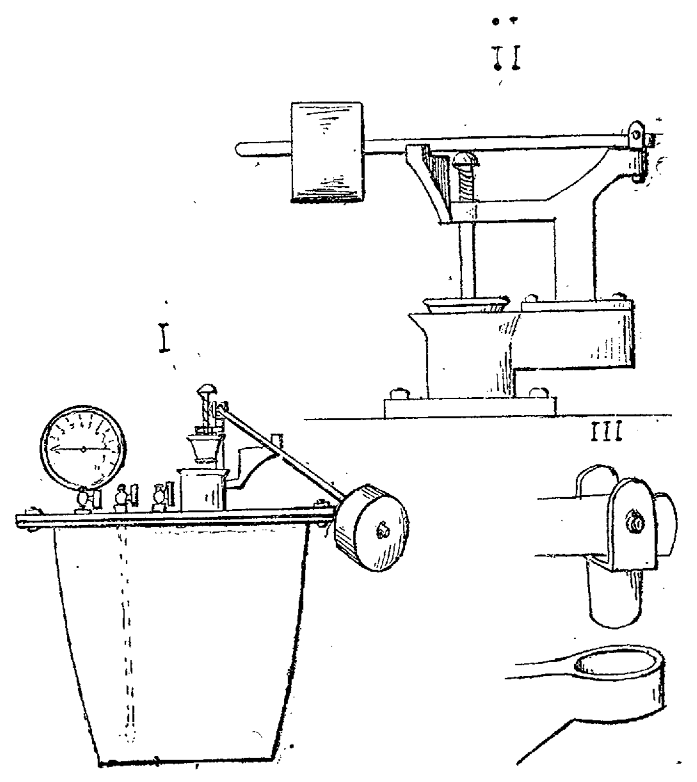
« J'ai entrepris, au laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle, sous la direction de M. N. Gréhant, des recherches sur la respiration des animaux dans les gaz comprimés.

» L'appareil dont je me sers a été essayé et a résisté à la pression de 12^{atm}. Un dispositif particulier permet de produire une décompression presque instantanée. Je ferai mieux ressortir l'intérêt de ce détail d'appareil, si je rappelle que Paul Bert a signalé l'importance de la décompression brusque, dans son travail sur l'influence de la pression barométrique sur l'organisme.

» L'appareil nouveau que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est une modification de celui dont mon maître, M. N. Gréhant, avait déjà fait usage.

» Il se compose d'une chaudière de 50^{lit}, pouvant être hermétiquement close au moyen d'un couvercle fortement boulonné. Au travers du couvercle sont pratiquées quatre ouvertures. Trois d'entre elles sont pourvues d'un robinet chacune, la quatrième est un corps de pompe dans lequel s'engage une soupape analogue aux soupapes dites *de sûreté,* très semblable à la soupape de la marmite de Papin.

» Le premier robinet est réduit à son ajutage même. Il est destiné à mettre le récipient en communication avec la pompe qui y foule le gaz.



» L'ajutage du second robinet se prolonge, sous forme tubulaire, jusqu'au fond du récipient, de sorte que les gaz qui pénètrent par le robinet précédent ne peuvent sortir du récipient qu'après y avoir pénétré jusqu'au fond.

» Le troisième ajutage porte, extérieurement, un manomètre de Bourdon, indiquant, à tout instant, la pression à laquelle se trouve le gaz contenu dans l'appareil.

» La soupape constitue la partie la plus importante de l'appareil. Son orifice est un corps de pompe vertical, ayant 5^{cm} de diamètre, dans lequel s'engage le piston faisant fonction d'une soupape qui se soulève de bas en haut. Ce piston a la forme d'un tronc de cône; il est fait de cuir pressé entre deux disques métalliques; sa section transversale moyenne est égale à celle du corps de pompe. Sa tige joue verticalement dans un guide annulaire exactement situé au-dessus du corps de pompe; elle est entourée d'un ressort à boudin disposé de telle façon que, à la pression ordinaire, il

tienne le piston soulevé, laissant, par conséquent, le corps de pompe librement ouvert.

» Sur la tête du piston vient s'appuyer un levier qui, lorsqu'il est horizontal, maintient la soupape dans l'orifice qu'il ferme. Un poids court sur ce levier, produisant un effet d'autant plus énergique de haut en bas, qu'il est plus éloigné de la tête du piston. La charnière, placée au point fixe du levier, permet à celui-ci d'être soulevé à volonté dans le plan vertical et d'être en même temps rejeté de côté.

» Il résulte de cette disposition que, si l'on veut produire la décompression instantanée, il suffit, lorsque le manomètre indique la pression convenable, de soulever à la main le levier du côté du poids et de le rejeter vivement dans le sens latéral. La soupape se soulève aussitôt et l'équilibre s'établit, en moins d'un quart de seconde, entre l'intérieur du récipient et l'air atmosphérique.

» Si, préalablement, un animal a été placé dans le récipient, en moins d'une demi-minute, après la décompression, temps nécessaire à dévisser les écrous qui maintiennent le couvercle du récipient, cet animal peut être soumis à l'observation dans l'air libre.

» Dans une autre Communication, je me propose de faire connaître les résultats que j'ai obtenus à l'aide de cet appareil, aussi bien sur les animaux à sang chaud que sur les animaux à sang froid (1). »

ZOOTECHNIE. — *Caractères différenciels des espèces ovine et caprine. Applications à l'étude des Chabins et des Mouflons.* Note de MM. **Cornevin** et **Lesbre**, présentée par M. Chauveau.

« Les caractères différenciels sur lesquels on s'appuie pour placer les Moutons et les Chèvres dans deux genres distincts sont peu nombreux, peu prononcés et encore n'en est-il guère qu'un, le Larmier, qui soit vraiment caractéristique à cause de sa constance dans l'espèce ovine et de son absence dans la caprine. Les autres : dimensions de la région coccygienne, conformation des mamelles, forme et direction des cornes, absence ou présence des canaux biflexes, sont contingents.

» Des dissections comparatives minutieuses et la préparation de squelettes provenant de sujets de races variées nous ont révélé des caractères non encore signalés, constants, qui séparent nettement le groupe des ovins de celui des caprins et permettent d'aborder fructueusement l'examen des Mouflons et des Chabins.

(1) Travail du laboratoire de M. le professeur Rouget, au Muséum.

» Nous extrayons des deux Mémoires que nous avons consacrés à ces études les conclusions qui suivent :

» 1° L'espèce caprine se distingue de l'espèce ovine : (*a*) par la possession de deux muscles, le sterno-maxillaire et le scalène intermédiaire; (*b*) par un appareil stomacal proportionnellement plus ample, à papilles notablement plus développées et à feuillet plus vaste; (*c*) par une placentation dans laquelle les cotylédons utérins sont discoïdes au lieu d'être en cupule; (*d*) par un pli situé en avant de la scissure de Sylvius, entre la deuxième et la troisième circonvolution superposées à la racine externe du lobe olfactif.

» 2° Plusieurs os de la tête offrent des différences nettes et perceptibles sans difficultés; nous les subordonnons comme il suit d'après leur étendue et leur valeur : occipital, crêtes et sutures du pariétal, portion auriculaire du temporal, lacrymal, frontal, os nasaux et intermaxillaire. Les vertèbres cervicales, principalement l'axis, ainsi que le coxal, présentent également de notables dissemblances.

» 3° Tous les Chabins du Chili étudiés par nous jusqu'ici nous ont montré des caractères exclusivement ovins.

» 4° Il en fut de même du Mouflon de Corse (*Ovis Musimon* Schzeb.).

» 5° Parmi les autres Mouflons, l'Argali (*Ovis argali* Pall.), tout en ayant quelques caractères propres, est également fort proche du type ovin, tandis que le Mouflon à manchettes (*Musimon tragelaphus*) et le Mouflon du Caucase (*Ovis Pallasii*, vel *Capra cylindricornis* Blyth) confinent au type caprin par leur ossature que nous avons seule pu étudier.

» 6° Il nous paraît indispensable d'établir une coupe dans le groupe des Mouflons; on ne peut laisser côte à côte le Mouflon de Corse et le Mouflon à manchettes, aussi éloignés l'un de l'autre que le sont le Bouc et le Bélier. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Halo du 6 avril 1892 au Parc de Baleine (Allier).* Note de M. DE ROCQUIGNY-ADANSON, présentée par M. Mascart.

« Le mercredi 6 avril, dès 8^h du matin [1], on remarquait, au Parc de Baleine, une légère esquisse du halo de 22° se manifestant par un arc supérieur dont le milieu se trouvait dans le vertical du Soleil.

(1) Heure de Paris.

» Un voile presque permanent de cirro-stratus s'étendant sur le ciel, la présence de cet arc fut encore constatée à 10^h du matin, midi, 1^h et 2^h du soir.

» A $2^h 30^m$, le phénomène, en se complétant, offrit un aspect vraiment remarquable.

» Le halo de 22° acheva de se dessiner. Il était décoré des couleurs du spectre, le rouge à l'intérieur.

» Le cercle parhélique apparut alors d'une blancheur éclatante, passant par le Soleil et faisant horizontalement le tour entier du ciel, à une hauteur d'environ 36°. Sur le cercle parhélique on voyait deux masses lumineuses colorées, les parhélies. Chacune de ces masses était à 3° au moins en dehors du halo de 22°.

» On apercevait enfin l'arc supérieur du halo circonscrit. Cet arc, également coloré, le violet à l'extérieur, était tangent au sommet du halo ordinaire et sa concavité était tournée vers le Soleil.

» L'apparition se maintint ainsi jusqu'à 3^h.

» On vit d'abord s'effacer peu à peu le halo ordinaire et l'arc circonscrit, le point de tangence excepté. Puis, à $3^h 15^m$, le cercle parhélique s'évanouit. Le parhélie de gauche disparaissait à $3^h 25^m$ et, à $3^h 57^m$, celui de droite. Le phénomène prenait fin à $3^h 45^m$.

» Pendant toute la durée du halo, mon attention s'est encore portée sur le point du cercle parhélique diamétralement opposé au Soleil. Mais, à aucun moment, l'anthélie n'a été visible.

» Dans la soirée, à $7^h 30^m$, un halo ordinaire entourait la Lune. Il présentait cette particularité curieuse que son périmètre était ondulant, flottant, donnant lieu, par conséquent, à des déformations singulières que je n'avais pas encore observées. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la recherche des conditions géographiques et géologiques caractérisant les régions à tremblements de terre.* Note de M. **de Montessus de Ballore**, présentée par M. Cornu.

« Dans de précédentes Communications accueillies par l'Académie et des Mémoires plus détaillés, j'ai montré, par des statistiques s'appuyant sur des chiffres considérables, que les tremblements de terre ne sont en relation ni avec les heures, ni avec les culminations de la Lune, ni avec les saisons astronomiques. Or, c'étaient les trois principales et plus com-

munément acceptées des très nombreuses lois qui ont été énoncées sur les relations que les séismes étaient supposés présenter avec des phénomènes extérieurs à l'écorce terrestre. Celles qui resteraient à réfuter par des chiffres sont basées sur des nombres de coïncidences tellement petits, quelques centaines seulement pour les moins arbitraires, qu'elles semblent dès maintenant ne pas mériter un tel travail.

» On peut donc enfin revenir, pour les études sismiques, à la saine logique en étudiant ces phénomènes non dans l'atmosphère ou les espaces cosmiques, mais bien là même où ils se produisent, l'écorce terrestre. Les tremblements de terre paraissent prendre naissance à une profondeur non excessive; on peut donc espérer qu'il est possible d'arriver à une définition tolérable des conditions géologiques et géographiques simultanées qui font que telle région est fréquemment ébranlée, et telle autre non.

» Ce premier problème une fois résolu, si l'on ne touche point à la cause première des séismes, du moins un grand pas aura été fait. Cette voie est d'ailleurs tout indiquée; car, à diverses reprises, des sismologues éminents ont fait observer que certaines conditions de relief et de constitution géologique semblent différencier nettement de leurs voisines des régions fameuses par les catastrophes sismiques dont elles ont été le théâtre. Malheureusement, aucune des remarques faites n'est applicable généralement aux régions du globe, où ces phénomènes atteignent un degré marqué de fréquence et d'intensité.

» Les documents recueillis sont en assez grand nombre, sauf en Afrique et dans l'intérieur de l'Asie, pour qu'on en puisse déduire l'ensemble des caractères de relief et de constitution géologique propres aux régions à tremblements de terre. Mais, pour baser cette recherche sur des chiffres et lui assurer l'uniformité pour toutes les parties du globe, il a fallu définir la *sismicité* d'une région. J'appelle ainsi l'inverse de la surface, exprimée en kilomètres carrés, pour laquelle se présente moyennement un jour de séisme par an. J'ai exposé ailleurs pourquoi ce choix du jour de séisme, et non du choc isolé, pour unité.

» Les conditions géologiques et géographiques simultanées favorables à la production des séismes se déduiront tout naturellement d'une série de monographies embrassant tout l'univers exploré et connu, par comparaison avec les cartes géologiques et hypsométriques. Les énoncer actuellement constituerait une affirmation sans preuves numériques, par suite d'un caractère hypothétique.

» Je présente à l'Académie le résultat de cette recherche pour la région

française. Il serait illusoire d'en tirer des conclusions quelconques, notre pays étant fort peu sujet aux tremblements de terre.

Régions.	Inverse de la sismicité en kilomètres carrés.
Alpes-Maritimes	313
Hautes et Basses-Pyrénées	4990
Provence, Hautes et Basses-Alpes	5782
Savoie et Dauphiné	10716
Drôme et Vaucluse	11614
Alsace	13150
Vosges et Jura	18504
Chaîne des Puys d'Auvergne	20560
Basse-Loire et Vendée	24598
France (dans son ensemble)	35476
Côtes de la Manche (de Saint-Malo à Boulogne)	43368
Corse	(?) 159036

» Dans un Mémoire détaillé je donnerai de plus amples détails, et en particulier les limites précises de ces régions.

» Les Alpes-Maritimes se distinguent en tête, mais font partie d'une région plus étendue, et de haute sismicité, la Ligurie. Puis viennent les Hautes et Basses-Pyrénées, dont la contre-partie espagnole est bien moins souvent ébranlée. Ensuite trois subdivisions forment un territoire compris entre le Rhône, les Alpes et la mer, et qui est une dépendance du massif alpin, lequel en Europe constitue une vaste et importante région sismique. »

M. **Zenger** adresse, à l'appui de sa théorie cosmique des phénomènes météorologiques, un relevé comparatif des perturbations atmosphériques et solaires de la fin de mars et du commencement d'avril 1892.

M. **Chapel** adresse une Note « Sur le nombre des nombres premiers compris entre deux nombres donnés ».

M. C.-D. **Caron** adresse la description d'une horloge à laquelle il donne le nom d' « horloge géographique ».

M. E. **Delaurier** adresse, à propos des récentes Communications de M. Le Chatelier et de M. Violle sur la mesure des températures, un Mémoire

ayant pour titre : « Remarques sur les applications scientifiques et industrielles de la thermo-électricité ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

ERRATA.

(Séance du 4 avril 1892.)

Note de M. *Drzewiecki*, Sur une méthode pour la détermination des éléments mécaniques des propulseurs hélicoïdaux :

Page 822, ligne 4, *au lieu de l*, *lisez* λ.
Même page, ligne 11, *au lieu de* $l = 0,1124$, *lisez* $\lambda = 0,0124$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 19 AVRIL 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Calcul de la diminution qu'éprouve la pression moyenne, sur un plan horizontal fixe, à l'intérieur du liquide pesant remplissant un bassin et que viennent agiter des mouvements quelconques de houle ou de clapotis;* par M. J. **Boussinesq**.

« Dans un Mémoire qui termine le Volume de 1883 du *Journal de Mathématiques pures et appliquées* (3e série, t. IX, p. 425), j'ai évalué la pression moyenne exercée en un point fixe intérieur de l'espace qu'occupe un liquide animé d'un mouvement régulier de houle ou de clapotis; et j'en ai déduit, pour la valeur moyenne de cette pression (évaluée en hauteur du liquide) sur toute partie d'un plan horizontal ayant l'étendue superfi-

cielle d'une vague complète, le quotient, par la gravité g, de la moyenne des valeurs que prend, dans cette étendue et pendant toute la durée d'une période d'oscillation, le carré de la composante verticale w des vitesses du fluide. Je me propose ici de montrer que ce théorème est une conséquence immédiate du principe des quantités de mouvement, et qu'il s'appliquerait même, pour une assez grande surface horizontale et un intervalle de temps un peu long, à toute agitation irrégulière d'une telle masse liquide.

» A cet effet, considérons l'espace compris, au-dessus du plan horizontal dont il s'agit, à l'intérieur d'une surface cylindrique ou prismatique verticale fixe, que nous construirons : 1° dans le cas d'un *clapotis simple* (ondes synchrones oscillant sur place), de manière qu'elle contienne une vague complète, sans cesse formée par le même liquide qui, du moins en admettant l'horizontalité du fond, glissera sur cette surface verticale sans la franchir; 2° dans le cas d'une *houle simple* (ondes courantes à mouvements orbitaires, pendulaires suivant chaque axe), de manière qu'elle contienne l'équivalent de toute une vague, ou que, sa largeur étant exactement d'une longueur d'onde, les mêmes mouvements s'y observent, à un instant quelconque et suivant toute direction, sur les deux parties, antérieure et postérieure, de cette surface prismatique, à travers lesquelles passeront des molécules fluides; 3° enfin, dans le cas d'une agitation irrégulière, de manière qu'elle entoure une portion du plan horizontal incomparablement plus grande que sa propre superficie *mouillée*, c'est-à-dire occupée par le liquide, de hauteur sensiblement constante.

» Nous pourrons faire, au point de vue des quantités de mouvement, abstraction de la masse fluide qui, pendant un instant dt, traversera la surface cylindrique ou prismatique, comparativement à celle qui traversera son plan horizontal de base : car, dans le premier cas, cette masse sera nulle; dans le second cas, elle se composera d'autant de particules entrant dans le cylindre (ou prisme), que de particules de même étendue en sortant, et avec des vitesses exactement pareilles; enfin, dans le troisième cas, elle sera négligeable, à cause de la faible étendue relative de la surface cylindrique. De plus, à raison de la conservation des volumes fluides, le poids total de liquide occupant l'espace compris dans le cylindre au-dessus du plan horizontal sera le même à toute époque. En effet, il y aura sans cesse, au-dessous de ce plan horizontal fixe, la même fraction du volume fluide que contient le bassin, pourvu, du moins, que le plan soit, comme nous l'admettons, *intérieur*, c'est-à-dire pris assez bas pour rester

toujours *entièrement immergé;* et, par suite, le reste du fluide, situé au-dessus du plan, ne sera pas moins constant, même dans le troisième cas, en écartant la supposition de tout échange général et notable de liquide entre régions adjacentes du bassin.

» Cela posé, écrivons que la masse fluide située, à l'époque t, dans le cylindre et au-dessus du plan horizontal fixe, possède, suivant le sens vertical (ascendant), une quantité totale de mouvement, dont la variation pendant un instant dt égale le produit de dt par la somme algébrique des actions extérieures exercées, de bas en haut ou de haut en bas, sur cette masse.

» Si nous appelons $\mathfrak{Q}$ la quantité de mouvement vertical existant, à l'époque quelconque t, au-dessus du plan horizontal fixe et à l'intérieur du cylindre, il est évident que la variation de celle qui anime la masse fluide en question se composera de $d\mathfrak{Q}$, plus la quantité emportée par le fluide sorti à travers la surface, et moins la quantité apportée, au contraire, par le fluide étranger introduit. Ce fluide sorti ou entré pouvant être réduit, comme on a vu, à celui qui aura traversé la base inférieure σ de l'espace considéré, chaque élément $d\sigma$ de cette base où la composante w de vitesse est négative, aura livré passage à une masse fluide sortie, exprimée (si ρ désigne la densité) par $\rho(-w\,dt)\,d\sigma$, ou, par suite, à une quantité de mouvement, à ajouter, qui vaut

$$\rho(-w\,dt)\,d\sigma.w = -\rho w^2\,dt\,d\sigma;$$

et chaque élément $d\sigma$ où w est positif, aura introduit de même une quantité de mouvement étrangère, $\rho w^2\,dt\,d\sigma$, à retrancher. La variation totale à considérer de quantités de mouvement sera donc, en désignant par $\int_\sigma$ une intégrale étendue à toute la base σ du cylindre,

$$d\mathfrak{Q} - \rho\,dt \int_\sigma w^2\,d\sigma.$$

» Il faut l'égaler au produit, par dt, de l'excédent des pressions $\int_\sigma p\,d\sigma$, sollicitant de bas en haut cette base, sur le poids total, invariable, du fluide superposé, poids égal à la pression statique, $p_0\sigma$, qui lui fait équilibre quand il n'y a pas d'agitation. Il vient donc, après avoir divisé les deux membres par $\rho g\sigma\,dt$,

$$(1)\qquad \frac{1}{\rho g\sigma}\frac{d\mathfrak{Q}}{dt} - \frac{1}{g}\int_\sigma w^2\frac{d\sigma}{\sigma} = \int_\sigma \frac{p-p_0}{\rho g}\frac{d\sigma}{\sigma}.$$

» Multiplions par $\frac{dt}{\tau}$, où τ désignera soit la durée d'une période après laquelle $\mathcal{Q}$ redevient le même dans l'espace considéré, soit un intervalle de temps assez long pour que le rapport, à τ, de l'accroissement de $\mathcal{Q}$ durant cet intervalle et par unité de l'aire σ du bassin, soit négligeable; puis intégrons de $t = 0$ à $t = \tau$. Nous aurons

$$(2) \qquad -\frac{1}{g}\int_0^\tau \frac{dt}{\tau}\int_\sigma w^2 \frac{d\sigma}{\sigma} = \int_0^\tau \frac{dt}{\tau}\int_\sigma \frac{p-p_0}{\rho g}\frac{d\sigma}{\sigma},$$

ou bien, évidemment,

$$(3) \qquad \text{valeur moy. de } \frac{p_0-p}{\rho g} = \frac{\text{valeur moy. de } w^2}{g};$$

ce qu'il fallait démontrer [1]. »

ASTRONOMIE. — *Note de M.* **Faye** *accompagnant la présentation de Photographies célestes obtenues à Heidelberg, par le D^r* Max Wolf, *directeur de l'Observatoire.*

« Notre Confrère M. Bischoffsheim ayant adressé à M. Wolf sa belle collection des dessins qu'il a fait faire des bâtiments de son Observatoire de Nice, M. Wolf lui a envoyé en échange des échantillons fort curieux des photographies célestes qu'il a obtenues de son côté.

» Deux de ces clichés représentent une région du Cygne où il a réussi, par une pose de treize heures, à mettre en évidence une nébuleuse jusqu'alors inconnue. Le nombre des étoiles reproduites donne une idée

---

[1] La pression moyenne dans un siphon renversé, *à branches non verticales*, où oscille un liquide pesant, échappe à cette démonstration, par suite de l'existence d'une composante *verticale* des pressions exercées par les parois, au-dessus du plan horizontal fixe, et dont il faudrait connaître la loi précise de variation autour de l'axe courbe du siphon, pour pouvoir les mettre en ligne de compte. Mais le mouvement sur cet axe se calcule aisément dans l'hypothèse bien admissible que la colonne fluide y ait une longueur constante; et il en résulte pour la pression moyenne à chaque niveau, comme on voit dans le Mémoire cité du Volume de 1883 du *Journal de Mathématiques pures et appliquées* (p. 427 et 428), une formule analogue à (3), où, seulement, la composante verticale w des vitesses se trouve remplacée par ces vitesses mêmes.

fort nette de la voie lactée dans cette région, et du nombre infini des étoiles qui s'y trouvent accumulées.

» Un autre cliché à grande échelle a donné une portion minuscule, mais parfaitement reconnaissable, de l'orbite tracée par une petite planète que M. Wolf avait découverte le 21 mars *par la Photographie*. La pose était de deux heures et a donné les étoiles de 15ᵉ grandeur.

» Enfin une dernière plaque a montré, de la manière la plus nette, la trace oblique et rectiligne d'un bolide ou d'une étoile filante qui a fait son apparition dans la région sur laquelle l'appareil photographique était dirigé. On y distingue très bien les variations d'éclat de ce bolide dans son court trajet dans notre atmosphère. Ce qui enlève tout doute relativement à cette apparition, c'est que la même trajectoire a été reproduite identiquement par un second appareil photographique plus faible qui était dirigé à ce moment sur la même région.

» L'instrument employé était un petit objectif à portrait de $2\frac{1}{4}$ pouces d'ouverture. Presque toutes les plaques sortaient des ateliers de MM. Lumière, à Lyon. »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure optique des hautes températures*; par M. **A. Crova**.

« Mes recherches sur les radiations émises par les corps incandescents [1] m'avaient conduit à proposer, en 1878, de déterminer leur température en degrés optiques; j'indiquai le principe des méthodes qui permettent d'arriver à ce résultat et j'appliquai l'une d'elles à des déterminations faites dans les usines du Creusot [2].

» Les recherches récentes de M. Le Chatelier dans la même voie l'ont conduit à des résultats pratiques importants, et ont donné lieu à une discussion à laquelle ont pris part MM. H. Becquerel et Violle [3]. Le principe de la méthode que j'avais adoptée consiste à prendre le rapport de deux déterminations photométriques des lumières simples émises par le corps incandescent et par une lampe Carcel, dans deux régions de leurs

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 322 et 979; t. XC, p. 252 (1878-1880), et *Ann. de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XIX, p. 472 (1880).
(2) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 70 (1881).
(3) *Ibid.*, t. CXIV, p. 214, 255, 340, 390, 470 et 734 (1892).

spectres définies par leur longueur d'onde; elle a l'avantage d'être indépendante des intensités absolues, et, par suite, de supprimer la nécessité d'un étalonnage de la lampe; de plus, elle est, dans une large mesure, indépendante du pouvoir émissif du corps incandescent.

» D'après M. Le Chatelier ([1]) « cette méthode, satisfaisante en théorie, » l'est beaucoup moins dans la pratique, à cause de son défaut de sensibilité. »

» I. En déterminant simultanément la température en *degrés optiques*, au moyen de mon spectrophotomètre, et en degrés centigrades, au moyen de mon thermomètre à gaz sous volume constant, dont le réservoir en porcelaine dure émaillée fut élevé à des températures qui ont atteint 1600°, c'est-à-dire celle du ramollissement de la porcelaine, voisine de celle de la fusion du platine, la méthode optique m'a permis de constater la difficulté d'obtenir de hautes températures constantes; le degré optique variait notablement, alors que le thermomètre à gaz demeurait sensiblement fixe. Dans mes déterminations, faites au Creusot, les moindres variations de température d'un four Martin-Siemens causées par la manœuvre rapide des valves furent immédiatement constatées par MM. les ingénieurs de l'usine au moyen de ma méthode optique. En général, ma méthode m'a paru plutôt trop sensible; on peut, du reste, faire varier sa sensibilité à volonté par un choix convenable des deux longueurs d'onde adoptées.

» II. Avant de faire usage du spectrophotomètre, j'avais fait de nombreux essais sur les milieux colorés. Le verre rouge me parut suffisant pour des déterminations approximatives, ainsi que pour la détermination du degré d'incandescence des lampes électriques; mais le spectre qu'ils transmettent s'étend de $\lambda = 710$ à $\lambda = 590$; il comprend environ le tiers de l'étendue totale de la partie lumineuse du spectre normal; cette étendue varie du reste avec les échantillons et avec l'intensité absolue de la lumière incidente; son maximum correspond à une longueur d'onde qui varie avec la composition de la lumière, c'est-à-dire avec la température du corps incandescent, particularité qui a aussi été signalée par M. Violle.

» III. Des difficultés matérielles m'arrêtèrent lors de la détermination des Tables de concordance des degrés optiques et centigrades, que j'avais commencé à dresser dans les limites de 600° C. à 1600° C., le thermomètre à gaz étant pris comme source de lumière et déterminant sa propre température, tandis que le spectrophotomètre mesurait le degré optique.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 214 (1892).

» J'estime que, même sans l'emploi d'une Table de ce genre, l'échelle optique serait de la plus haute utilité pour les physiciens :

» 1° Comparable à elle-même, elle donne la température par une simple opération photométrique ; dans l'intervalle de 600° à 1500°, on pourra, au moyen d'une Table, indiquer à côté du degré optique la température centigrade avec une précision qui dépendra de la méthode thermométrique adoptée.

» Au delà de 1600°, qui a été pour moi la limite des températures mesurables au thermomètre à gaz, les degrés optiques permettraient de repérer les hautes températures; mais leur traduction en degrés centigrades ne peut s'obtenir que par l'extrapolation de formules empiriques qui peuvent donner des écarts très variables selon les formules employées. La loi exacte du rayonnement nous est encore inconnue dans l'étendue des températures extrêmes que nous pouvons obtenir; dans ces conditions, il me paraîtrait préférable de faire usage d'une échelle photométrique conventionnelle, que de donner des nombres en degrés centigrades qui pourraient être souvent modifiés dans de larges mesures, par suite du progrès de nos connaissances, comme cela a lieu pour la température du Soleil et pour celle des charbons des lampes électriques.

» Si les physiciens adoptaient une échelle de ce genre, une température, si élevée qu'elle soit, serait repérée par son degré optique, à côté duquel on pourrait inscrire la valeur la plus probable pour l'époque de son degré centigrade. »

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie de la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Abria,* Correspondant pour la Section de Physique, décédé à Bordeaux le 14 avril 1892.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de 1892.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Gegner. — MM. Bertrand, Hermite, Berthelot, Fizeau, d'Abbadie

réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Duchartre et Milne-Edwards.

Prix Delalande-Guérineau. — MM. Grandidier, Bouquet de la Grye, d'Abbadie, Bertrand, Milne-Edwards réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Fizeau.

Prix Jérôme Ponti — MM. Bertrand, Berthelot, Fizeau, Hermite, Faye réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Duchartre.

Commission chargée de présenter une question du grand prix des Sciences mathématiques pour 1894. — MM. Hermite, Darboux, Poincaré, Jordan, Picard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Fizeau.

M. **Brown-Séquard** fait remarquer à l'Académie que, par une faute d'impression, le *Compte rendu* de la séance annuelle dernière donne d'une manière inexacte le titre de la question du prix Pourat. On a, en effet, donné le titre suivant pour ce prix : « Recherches expérimentales et *chimiques* sur les phénomènes inhibitoires du choc nerveux. » Or le mot chimiques a été mis à la place du mot *cliniques*. Il importe que les concurrents possibles sachent, aussitôt que cela se pourra, que la question a été proposée aussi bien pour les faits *cliniques* que pour les faits expérimentaux.

(Renvoi à la Commission.)

MÉMOIRES PRÉSENTES.

ASTRONOMIE. — *Recherches sur la formation des planètes et des satellites.* Mémoire de M. E. **Roger**, présenté par M. Jordan. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Faye, Tisserand, Janssen.)

« 1. Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CVI), j'ai montré que les rapports des distances des planètes au Soleil peuvent s'exprimer, à $\frac{1}{20}$ près, au moyen d'une exponentielle modifiée par une iné-

galité périodique. La formule que j'ai donnée ne comporte, pour sept rapports compris entre 0,38 et 30, que trois constantes arbitraires.

» On obtient une approximation beaucoup plus satisfaisante en introduisant une seconde inégalité périodique, qui n'influe d'ailleurs sensiblement que sur deux planètes, Uranus et Jupiter.

» En désignant par L le logarithme hyperbolique du demi grand axe de l'orbite de la planète que l'on considère, le rayon du Soleil étant pris pour unité de longueur, on a

$$(1) \qquad L = 8 - \frac{3m}{2\pi} + 0,3\cos\frac{m+1}{5}\pi \pm \frac{1}{40}\,\frac{2+5\cos 9\frac{m-1}{10}\pi}{\left(3+2\cos 9\frac{m-1}{10}\pi\right)^2}.$$

» Le signe + ou le signe − doit être pris selon que $2+5\cos 9\frac{m-1}{10}\pi$ est $>$ ou <0.

» Les indices m se rapportent aux diverses planètes, classées dans l'ordre inverse de leurs distances au Soleil.

» L'indice 3 appartient à une planète théorique dont la distance au Soleil serait très voisine de la moyenne des demi grands axes des petites planètes Cérès, Pallas, etc.

» L'indice 7 ne correspond à aucune planète connue.

» La formule précédente est exacte à $\frac{1}{100}$ près.

» 2. Les distances qui séparent chaque planète de ses satellites sont régies par une formule analogue, à savoir

$$(2) \qquad L = 8 - \frac{3m}{2\pi} - 0,03\cos\frac{m\pi}{5} + \varepsilon.$$

» La constante ε peut toujours être supposée nulle; il suffit, pour cela, de prendre pour unité de longueur le rayon équatorial de la planète, légèrement altéré.

» L'indice m est entier ou fractionnaire. Dans le second cas, il ne diffère d'un entier que par la fraction $\pm\frac{1}{4}$.

» L'écart entre les distances théoriques et les distances déduites de l'observation est inférieur à $\frac{1}{30}$ pour Uranus, à $\frac{1}{60}$ pour les autres planètes.

» L'inégalité périodique $-0,03\cos\frac{m\pi}{5}$ ne présente, au point de vue des résultats numériques, qu'un médiocre intérêt; mais elle rend compte de la relation, *a priori* fort invraisemblable, qui existe entre les moyens

mouvements n, n', n'' des trois premiers satellites de Jupiter. Cette relation ($n - 3n' + 2n'' = 0$) devient alors une conséquence nécessaire de lois plus générales, qui s'appliquent à toutes les planètes.

» 3. Les formules (1) et (2) traduisent, en les ramenant à leurs éléments essentiels, des équations théoriques renfermant un plus grand nombre de constantes arbitraires et, par cela même, beaucoup plus compliquées, mais susceptibles, en revanche, d'une précision qui ne semble avoir d'autres limites que la difficulté des calculs.

» J'espère être bientôt en mesure de soumettre à l'Académie, avec tous les développements analytiques nécessaires, les hypothèses sur lesquelles s'appuient ces recherches. »

MM. **Manuel Lévy** et **Émile Tarin** communiquent à l'Académie divers résultats relatifs à des perfectionnements qu'ils ont apportés aux procédés de travail de l'aluminium.

(Renvoi à la Commission du prix Jérôme Ponti.)

M. **F. de Mély** signale à l'Académie un passage de Strabon relatif à un insecte qui attaque la vigne et décrit les expériences qu'il a entreprises pour appliquer à des vignes phylloxérées le traitement indiqué par Strabon.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (1892, *mars* 6), *faites à l'équatorial Brunner* ($0^m,16$) *de l'Observatoire de Lyon*. Note de M. **G. Le Cadet**, présentée par M. Mouchez.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Comète — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log. fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Avril 3.	16.25.21	+3. 0,17	+13. 0,0	8:8	20.59. 0,12	$9,519_n$	−4.20.29,4	0,817	*c*
4.	16.24.53	−0.14,11	− 7. 5,2	6:4	21. 2.47,98	$9,519_n$	−3.17.39,5	0,813	*d*
8.	16.11.25	+1.18,32	− 4.16,5	9:9	21.17.37,78	$9,536_n$	+0.49.42,5	0,796	*e*
8.	16.40. 7	−0.42,59	− 1.58,1	4:4	21.17.42,22	$9,494_n$	+0.50.54,9	0,795	*f*

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Comète — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log. fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	✶.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Avril 9.	16.41. 3	+1.19,23	+17.18,7	4:2	21.21.20,24	$9,492_n$	+1.51.49,2	0,790	*g*
11.	16. 2.18	+0.40,50	−14.51,2	4:2	21.28.25,24	$9,546_n$	+3.50. 5,0	0,783	*h*
15.	16.30.56	+2. 4,36	+13.57,2	2:2	21.42.29,78	$9,508_n$	+7.43.10,0	0,757	*i*

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.	✶.	Gr.	α moy. 1892,0.	Réduction au jour.	δ moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Avril 3.	*c*	7-8	20.56. 0,54	−0,59	−4.33.18,1	−11,3	Schj. 8445-6
4.	*d*	9	21. 3. 2,69	−0,60	−3.10.22,8	−11,5	Schj. 8514-5-6 + Mün_1, 27351
8.	*e*	7	21.16.20,04	−0,58	+0.54.11,1	−12,1	$\frac{1}{3}$[2 Glasg. 5436 + Mün_1, 28142]
8.	*f*	9	21.18.25,40	−0,59	+0.53. 5,1	−12,1	B.B VI + 0°,4719 + Mün_1, 28266
9.	*g*	7-8	21.20. 1,58	−0,57	+1.34.42,6	−12,1	Schj. 8669-70 + Mün_1, 28355
11.	*h*	8	21.27.45,31	−0,57	+4. 5. 8,7	−12,5	Mün_1, 28760 + Glasg., 5499
15.	*i*	8	21.40.25,98	−0,56	+7.29.26,1	−13,3	Glasg., 5569 + Mün_1, 29435

» *Remarques.* — Avril 3 : A l'œil nu et surtout par vision oblique, la comète apparaît comme une étoile de 4e grandeur dont la lumière serait diffusée par des cirrus, avec une queue très pâle s'étendant rectilignement jusqu'à l'étoile de 4e grandeur, 3 Verseau, c'est-à-dire sur une longueur d'environ 4° dans l'angle de position 245°, opposé au Soleil.

» Avril $8_{(2)}$: Pendant les derniers pointés, la comète éteinte par le crépuscule est à peine perceptible; on ne la revoit pas après la dernière lecture.

» Avril 9 : Des nuages amoncelés au sud-est retardent l'observation de la comète dont l'image est alors très affaiblie par le crépuscule.

» Avril 11 : Des cirrus en couche mince sillonnent le ciel et diffusent la lumière des astres. La comète très affaiblie disparaît complètement par instants; la visibilité s'arrête aux étoiles de 8e grandeur.

» Avril 15 : Cette observation est faite à la faveur d'une courte éclaircie.

» Dans ces observations, de même que dans toutes celles précédemment publiées, une *comparaison* comporte soit 5 pointés en Δδ et 5 pointés en Δα; soit 5 pointés en Δδ et les passages à 3 fils. La colonne *Nombre de comp.* donne le nombre de ces séries de pointés formant, pour chaque différence, autant d'observations complètes dont la moyenne est seule publiée. Ainsi, l'observation du 8 avril résulte de 9 *comparaisons*

complètes de la comète à l'étoile *e* faites dans des conditions très différentes d'éclairement du champ ou des fils et qui, réduites au même instant au moyen du mouvement de la comète, donnent séparément pour *comète — étoile* :

	$\Delta\alpha$. (par passages).	$\Delta\delta$.
	m s	' "
	+ 1.18,34	— 4.16,4
	18,31	16,9
	18,31	16,5
	18,43	16,9
	18,15	16,3
	18,37	15,7
	18,39	16,3
	18,33	16,0
	18,25	17,2
Moyennes	+ 1.18,32	— 4.16,5

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants différentiels d'une surface par rapport aux transformations conformes de l'espace.* Note de M. **Arthur Tresse**, présentée par M. Picard.

« D'après les belles recherches de M. Lie, à tout groupe de transformations correspondent certaines séries d'invariants différentiels définis comme solutions de certains systèmes complets. Les invariants d'une même suite se déduisent, pour tout groupe fini, et, en général, pour tout groupe infini, d'un *nombre limité* d'entre eux, par différentiation, et la considération de ces derniers suffit à la détermination des conditions nécessaires et suffisantes pour que deux systèmes de variables puissent se ramener l'un à l'autre par une transformation du groupe.

» La recherche de ces invariants offre donc un grand intérêt. Envisageons, par exemple, le *groupe fini* G_{10} *des transformations conformes* de l'espace :

$$\left\{\begin{array}{l} p, \quad q, \quad r, \quad zq - yr, \quad xr - zp, \quad yp - xq, \\ xp + yq + zr, \quad (x^2 - y^2 - z^2)p + 2x(yp + zr), \\ (y^2 - z^2 - x^2)q + 2y(zr + xp), \quad (z^2 - x^2 - y^2)r + 2z(xp + yq) \end{array}\right.$$

et cherchons ses invariants différentiels, z étant fonction de x et y.

» Les six premières transformations infinitésimales forment un sous-

groupe G_6; c'est le groupe des mouvements d'un corps solide. En effectuant sur z une transformation finie de ce groupe, on peut toujours (sauf dans le cas d'une développable circonscrite au cercle imaginaire de l'infini), et cela d'une seule manière, lui donner la forme réduite suivante

$$z = \tfrac{1}{2}(Ax^2 + By^2) + \tfrac{1}{6}(Lx^3 + 3Mx^2y + 3Nxy^2 + Py^3) + \tfrac{1}{24}(\lambda x^4 + 4\mu x^3y + 6\nu x^2y^2 + 4\rho xy^3 + \sigma y^4) + \ldots.$$

Les coefficients de cette équation, calculés lorsque z est défini de la façon la plus générale en fonction de x et y, sont *les invariants et les seuls du groupe* G_6.

» Les invariants du groupe G_{10} sont fonctions des précédents. Or la transformation infinitésimale la plus générale de ce groupe, qui n'altère pas les caractères de la forme réduite, donne à x, y, z les accroissements suivants, où a, b, c, h sont des constantes arbitraires

$$\delta x = \left[\frac{a}{2}(x^2 - y^2 - z^2) + x(by + cz + h)\right]\delta t,$$
$$\delta y = \left[\frac{b}{2}(y^2 - z^2 - x^2) + y(cz + ax + h)\right]\delta t,$$
$$\delta z = \left[\frac{c}{2}(z^2 - x^2 - y^2) + z(ax + by + h)\right]\delta t,$$

» Cette transformation, effectuée sur l'équation réduite de la surface, donne aux coefficients les accroissements suivants

$$\delta A = (c + hA)\,\delta t, \qquad \delta L = 2hL\,\delta t, \qquad \delta M = b(A - B) + 2hM,$$
$$\delta B = (c + hB)\,\delta t, \qquad \delta P = 2hP\,\delta t, \qquad \delta N = a(B - A) + 2hN.$$

» Il en résulte l'existence : 1° d'une *équation invariante* (*du second ordre*)

$$A - B = 0$$

qui exprime que toute transformation conforme change un ombilic en ombilic;

» 2° De *deux invariants absolus* (*du troisième ordre*)

$$\frac{L}{(A-B)^2}, \quad \frac{P}{(A-B)^2}.$$

» La même méthode conduit à la détermination de cinq invariants ab-

solus du quatrième ordre, savoir :

$$\frac{1}{(A-B)^4}[(\lambda-3A^3)(A-B)+3M^2+2LN], \quad \frac{1}{(A-B)^4}[\mu(A-B)+M(3N-2L)],$$

$$\frac{1}{(A-B)^4}[(\sigma-3B^3)(B-A)+3N^2+2PM], \quad \frac{1}{(A-B)^4}[\rho(B-A)+N(3M-2P)],$$

$$\frac{1}{(A-B)^4}[\nu(A-B)+(A^2+B^2-4AB)(A^2-B^2)-6(M^2-N^2)+4(PM-LN)].$$

» Il est bien évident qu'il faut chercher, parmi ces sept invariants seulement, ceux qui suffisent à la détermination de tous les autres par différentiation.

» Ceci offre un exemple de l'application des formes réduites au calcul des invariants (¹). On aperçoit les propositions suivantes dont la première est bien manifeste :

» Si une équation ou un système d'équations admet, relativement à un groupe de transformations, une forme canonique déterminée d'une manière unique, les coefficients de cette forme canonique sont des invariants du groupe.

» S'il y a une forme réduite et un sous-groupe de transformations qui n'en altère pas les caractères, les invariants des coefficients de cette forme réduite, par rapport aux transformations de ce sous-groupe, sont des invariants du groupe général.

» Ces propositions s'appliquent aussi bien aux groupes infinis qu'aux groupes finis. »

PHYSIQUE. — *Sur la précision des comparaisons d'un mètre à bouts avec un mètre à traits.* Note de M. **Bosscha**.

« Dans une Note, présentée à l'Académie le 20 septembre 1891, M. Foerster, répondant à la Communication dans laquelle j'annonçais que le nouveau prototype international du mètre est très probablement en erreur d'environ deux microns et demi, a déclaré que « ce prototype est le » seul représentant légal de l'unité fondamentale du système métrique » reconnue par tous les pays ayant adhéré à la Convention du Mètre ».

» En examinant, dans mon Mémoire, les équations des nouvelles copies

(¹) On peut voir une application de la méthode dans un Mémoire de Halphen : *Sur les invariants des courbes gauches* (*Journal de l'École Polytechnique*; 1880).

du Mètre des Archives, j'ai cru pouvoir laisser hors de cause la décision que les Gouvernements, signataires de la Convention, prendraient à l'égard de l'unité légale des poids et mesures qu'ils adopteraient dans le service public de leurs pays. C'est une question d'ordre administratif pour laquelle, d'ailleurs, la différence signalée n'offre aucun intérêt pratique.

» La question scientifique dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie est restée intacte ; elle ne peut être résolue que par la discussion des expériences.

» Évidemment, le nouveau prototype ne peut dériver que de l'origine qui lui a été assignée par toutes les corporations savantes qui ont provoqué l'institution de la Commission internationale du mètre et défini sa tâche; il ne peut représenter, au point de vue scientifique, l'unité fondamentale du système métrique à moins d'avoir été comparé, aussi exactement que possible, au Mètre des Archives, qui est l'unique représentant de la base de ce système.

» Pour tolérer, dans cette comparaison, une erreur vingt fois plus considérable que celle que l'on estime subsister dans les équations relatives des étalons nationaux, il faudrait admettre que les plus parfaits instruments, les meilleures méthodes dont dispose la Science, les longs et laborieux travaux auxquels on s'est livré, ont été trouvés impuissants à fournir l'équation fondamentale du nouveau prototype au quatre-cent-millième de sa longueur.

» Telle paraît être l'opinion de M. Foerster, quand il dit : « Lorsqu'il » s'agit de comparer à cette unité, qui est un prototype à traits, un étalon » à bouts, comme celui des Archives, le degré d'exactitude auquel on peut » parvenir ne permet pas d'établir sûrement des équations aussi faibles » que celles qui figurent dans le Mémoire de M. Bosscha. »

» Toutefois cette assertion, pour pouvoir être admise dans une discussion scientifique, a besoin d'être appuyée par des preuves expérimentales. Dans mon Mémoire j'ai cité plusieurs expériences qui me semblent fournir pleine évidence que l'on peut comparer, au moyen de la méthode optique de M. Fizeau, un mètre à traits et un mètre à bouts avec une précision d'environ un demi-micron. M. Foerster n'examine pas ces données, il ne discute pas mes conclusions; il renvoie à la publication détaillée des comparaisons exécutées par la Commission mixte, celles mêmes dont j'ai tiré mes données. Ces observations ont été l'objet d'un rapport de M. Foerster lui-même. Elles l'ont conduit, il y a dix ans, à une opinion tout opposée

à celle qu'il proclame maintenant. En effet, dans ce rapport, lu et approuvé dans une séance du Comité international, le 4 octobre 1882, M. Foerster non seulement constate, comme résultant de ces comparaisons d'un mètre à traits avec un mètre à bouts, l'invariabilité de la longueur du Mètre des Archives *à quelques dixièmes de micron près*, mais il fait encore plus spécialement ressortir la précision de ces mesures en relevant la concordance des séries exécutées à des époques différentes, et dont les erreurs résiduelles, exprimées en microns, ne seraient que

$$+0,09, \quad -0,03, \quad -0,30, \quad -0,06.$$

» Enfin, le rapporteur a cru pouvoir tirer de ces comparaisons une conséquence relative à une donnée importante, savoir la dilatation du platine du Mètre des Archives; il a appuyé particulièrement sur la différence entre la valeur qu'il trouve et celles résultant d'autres déterminations, parmi lesquelles la plus récente et la mieux établie est la valeur que M. Fizeau a déduite de la dilatation du platine de la boule de Borda, métal contemporain de celui du prototype. M. Foerster obtient, par degré centigrade, $9^{\mu},00$, chiffre qu'il considère comme plus probable que celui trouvé par M. Fizeau, savoir $8^{\mu},79$. Or, l'intervalle de température, qui a servi à déterminer la valeur donnée par M. Foerster, n'a été que de $13^{\circ},16$; la plus grande longueur observée, qui a pu conduire à la différence des deux chiffres, n'a donc été que de $2^{\mu},76$, presque exactement la même valeur que M. Foerster paraît estimer maintenant impossible à déterminer.

» En réalité, l'écart indiqué par M. Foerster constitue la cause même de l'erreur d'environ 2 microns et demi du mètre international. Le calcul corrigé des observations de la Commission mixte fournit pour la dilatation du Mètre des Archives la valeur de $8^{\mu},84$ par degré; les observations de la Commission néerlandaise conduisent exactement au même chiffre, très peu différent de celui de M. Fizeau.

» En présence de ces faits, je crois devoir maintenir ma conclusion établissant que, avec les instruments de la Section française et en opérant dans de bonnes conditions comme celles qui par cette Commission ont été libéralement mises à la disposition des commissaires néerlandais, on peut obtenir l'équation d'un mètre à traits par rapport au Mètre des Archives à zéro, jusqu'à un demi-micron. Si les mesures de la Commission mixte, exactement calculées, conduisent à une équation fondamentale moins sûre, la cause ne réside ni dans la méthode de M. Fizeau, ni dans le pro-

cédé de M. Cornu; il faut l'attribuer probablement à l'imperfection de l'instrument auxiliaire, servant à l'application de ce procédé et à la circonstance fâcheuse que la Commission mixte a cru pouvoir se dispenser de l'emploi des appareils installés par la Section française pour produire et maintenir un abaissement suffisant de la température.

» Afin de permettre un contrôle minutieux et complet de mes conclusions et d'en faciliter, autant que possible, l'examen critique, j'ai, dans une nouvelle édition de mon Mémoire, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, introduit tous les détails de mes calculs. J'y ai ajouté quelques nouvelles données, parmi lesquelles l'équation du mètre n° 26, en métal du Conservatoire, porte à quatre le nombre d'étalons qui, rattachant les mesures du Comité international à celles de la Commission néerlandaise, concordent à fixer à environ deux microns et demi l'erreur du mètre international et des étalons nationaux qui en dérivent.

» Cette équation fournit de nouveau un témoignage remarquable à l'égard de l'étonnante précision que M. G. Tresca a su réaliser au moyen du tracelet construit par ses soins. En effet, les cinq mètres à traits fins, terminés en 1879, qu'on s'était proposé de rendre aussi identiques que possible, ont été à tel point réussis, que les comparaisons ne leur assignent qu'une erreur moyenne d'un tiers de micron, ce qui place ces tracés, quant à leur exactitude, au même rang que les meilleures comparaisons relatives des mètres à traits. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur le bois secondaire des Apétales.* Note de M. C. Houlbert, présentée par M. Duchartre.

« On sait que, pour classer les végétaux, les caractères anatomiques permettent souvent de confirmer les résultats fournis par les caractères extérieurs.

» J'ai recherché ces caractères anatomiques dans le bois secondaire des tiges, qui, par sa nature même, m'a paru susceptible de résister, plus que tout autre tissu, aux influences modificatrices du milieu ([1]).

» Cette étude m'a ensuite amené à comparer la structure du bois dans

---

([1]) Les remarquables travaux de MM. Hartig, Solereder et J. Müller traitent de la structure du bois au point de vue purement histologique et anatomique.

un grand nombre de familles, et à reconnaître toute l'importance de ce tissu, non seulement au point de vue de son agencement particulier dans chacune d'elles, mais encore au point de vue des rapprochements qu'il permet de faire entre les différents groupes.

» Je donne, dans cette Note, le résumé de mes premières recherches sur les Apétales à ovaire infère, qui comprennent, comme on le sait, un grand nombre d'espèces ligneuses arborescentes.

» 1° *Protéacées*. — La structure du bois secondaire permet de partager les Protéacées en trois groupes :

» Le groupe des *Banksia*, caractérisé par la disposition des vaisseaux en zones concentriques.

» Le groupe des *Ozites*, où les vaisseaux forment des arcs incomplets terminés par des ailes de parenchyme ligneux.

» Le groupe des *Protea*, comprenant les espèces où les vaisseaux sont disséminés sans ordre au milieu des fibres ligneuses.

» Nous rapprochons les *Myricacées* des *Protéacées* : l'agencement relatif des vaisseaux, des rayons médullaires et des fibres chez les *Myrica nagi*, *californica*, *serrata*, etc. est absolument la même que chez les *Persoonia*.

» 2° *Pipéracées*. — Le bois secondaire des Pipéracées est formé de fibres ligneuses en bandes radiales, au milieu desquelles les vaisseaux sont disposés soit en files simples, soit en îlots ; on retrouve une structure analogue chez les *Chloranthacées* et les *Garryacées*.

» 3° *Chenopodiacées*. — Comme tous les auteurs, nous avons constaté la structure anormale du bois dans un grand nombre d'espèces; mais, en outre, le bois des *Pisonia* (Nyctaginées) nous a présenté une structure analogue à celle des *Aquilaria* (Thyméléacées); les *Pircunia* et certains *Rivina* nous ont montré une grande ressemblance avec les *Artocarpées;* enfin le *Batis aurantiaca* rappelle, par son bois, les *Celtis* de la section *Momisia*.

» 4° Les *Thyméléacées* sont caractérisées par leurs vaisseaux rares, isolés, ou en groupes peu nombreux; la disposition relative des éléments ligneux nous a conduit à partager cette famille en deux sections qui correspondent exactement aux divisions généralement adoptées : Aquilariées et Thymélées.

» 5° *Polygonacées*. — Dans cette famille, le bois secondaire offre une grande uniformité de structure; les vaisseaux sont grands, isolés et très rarement accompagnés de parenchyme ligneux.

» 6° *Urticacées*. — L'étude du bois nous porte à croire que ce groupe

possède de multiples origines; nous avons cru devoir distinguer deux types : 1° les Urticoïdes, caractérisées par leurs larges bandes transversales de parenchyme ligneux au niveau des vaisseaux; 2° les Ulmoïdes, où le parenchyme ligneux est peu développé ou nul.

» On voit, en résumé, que c'est surtout la disposition relative des éléments du bois secondaire des tiges qui fournit la meilleure caractéristique anatomique chez les plantes ligneuses du groupe des Apétales.

» Les résultats obtenus pourront donc rendre des services, au point de vue de la détermination des espèces, à la Botanique forestière et à la Paléontologie végétale, tout en apportant quelques documents nouveaux à la classification. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les relations existant entre la forme et la nature des gisements de l'andalousite de l'Ariège.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Des Cloizeaux.

« L'étude comparative d'un même minéral dans ses divers gisements est pleine d'intérêt. Pour un grand nombre d'entre eux, elle montre l'influence du milieu et des variations des conditions de la cristallisation sur la forme du minéral; l'*andalousite* est particulièrement intéressante à ce point de vue et les gisements de l'Ariège spécialement propres à mettre ce fait en lumière.

» L'andalousite est extrêmement abondante dans les terrains anciens de l'Ariège; elle s'y rencontre, soit comme élément de roches éruptives, soit comme minéral métamorphique formé par l'action de roches granitiques sur des roches schisteuses.

» *Andalousite des roches éruptives.* — On l'observe dans des pegmatites (*granulites*) à grains fins, dans des pegmatites à grands éléments qui perdent peu à peu leur feldspath et passent alors à des filons de quartz. Les premières de ces roches contenant de l'andalousite se rencontrent exclusivement en filons transversaux au milieu des gneiss supérieurs très granulitisés; elles sont rares (étang du Diable). Les secondes apparaissent plus haut dans la série géologique. Les variétés feldspathiques sont beaucoup moins fréquentes que celles qui sont exclusivement quartzeuses. Elles forment des filons transversaux ou des glandules au milieu de schistes micacés.

» Dans toutes ces roches, l'andalousite se présente en cristaux roses, parfois vitreux et translucides quand ils sont très petits. Ils peuvent, dans les filons de quartz, atteindre $0^m,2$ de longueur; la netteté de leurs formes géométriques est en raison inverse de la proportion de feldspath contenu dans la roche. Dans les pegmatites, l'andalousite est souvent empâtée par le feldspath; sa cristallisation a été troublée par le développement de ce minéral. Dans les filons de quartz, au contraire, l'andalousite s'est librement formée et il n'est pas rare de voir une paroi schisteuse couverte de longs cristaux d'andalousite parfaitement frais qui se sont produits dans une cavité remplie après coup par le quartz.

» Les formes $p(001)$, $m(110)$ ont été seules observées dans les pegmatites. Dans les filons de quartz, les formes sont plus complexes et aux précédentes s'ajoutent $h^1(100)$, $g^1(010)$, $h^3(210)$, $a^1(101)$, $e^1(011)$, parfois réunies dans le même cristal.

» Dans les pegmatites, l'andalousite est accompagnée de *grenat*, de gros cristaux de *tourmaline*, de *corindon* (col de Cadènes); dans les filons de quartz, la tourmaline forme de très fines petites houppes soyeuses; elle est localement accompagnée d'énormes cristaux de *cordiérite* $p(001)$, $m(110)$, $h^1(100)$, $g^1(010)$, $g^2(120)$, transformés en produits micacés sans clivage distinct (Ascou) ou offrant le clivage basique de la *gigantolite* (mont Fourcat).

» *Andalousite des roches métamorphiques.* — Les pegmatites à grains fins ne déterminent pas la formation de l'andalousite dans les gneiss qu'elles traversent; les pegmatites à grands éléments et les filons de quartz, au contraire, développent d'une façon constante ce minéral dans les schistes micacés au milieu desquels ils se trouvent. Dans ces derniers, l'andalousite forme des nodules atteignant souvent la grosseur d'un œuf (Savignac, mont Fourcat); ils sont arrondis, parfois étirés à leurs extrémités et distribués suivant la schistosité de la roche; M. Caralp a déjà attiré l'attention sur eux. Quand on les brise, l'andalousite rose semble homogène; l'étude microscopique m'a montré que, le plus souvent, il n'en est pas ainsi. Ici, plus de formes géométriques, mais des plages irrégulières, criblées de trous remplis par du quartz; elles sont accompagnées de *staurotide*, de *cordiérite* également sans formes définies, enfin de petits cristaux de *sillimanite*, de *tourmaline*, de *biotite*.

» L'andalousite, au lieu de prendre librement naissance dans une roche en voie de formation, comme précédemment, a cristallisé au milieu

d'une roche clastique, cohérente, très riche en grains de quartz, entre lesquels elle a dû s'insinuer. La cristallisation a été, en outre, gênée par la formation simultanée d'autres minéraux métamorphiques. Toutefois, dans quelques cas particuliers, quand les schistes sont peu quartzeux, il arrive que l'andalousite et la staurotide ont pu écarter les grains de quartz et prendre alors des formes géométriques simples $p(001)$, $m(110)$.

» Le dernier mode de gisement de l'andalousite est connu depuis longtemps : c'est celui qu'on observe au contact du granite et des schistes paléozoïques. Quand ceux-ci sont chargés de matière charbonneuse, l'andalousite renferme un pigment noir (*chiastolite*), distribué parfois d'une façon régulière. Là encore l'existence de formes géométriques dépend de la nature minéralogique primaire de la roche modifiée. Les cristaux offrant la forme de longues baguettes rectangulaires n'ont de contours nets que dans les schistes argileux pauvres en quartz.

» Quant à l'andalousite signalée par Charpentier et par divers autres auteurs dans les calcaires des Pyrénées, j'ai pu m'assurer qu'elle n'existait pas et qu'on a pris pour elle, soit de l'*amphibole*, soit de la *couséranite* en cristaux plus ou moins déformés.

» En résumé, l'andalousite ne se trouve en cristaux très nets et riches en faces que dans les filons de quartz où sa cristallisation n'a été gênée par aucun minéral antérieur ou contemporain; on la rencontre en cristaux réduits aux formes pm dans les pegmatites. Quant à celle des roches métamorphiques, elle est généralement dépourvue de formes géométriques, ce minéral ayant dû se produire dans un espace occupé en partie par des minéraux préexistants. La formation simultanée d'autres substances est venue encore augmenter les difficultés de la cristallisation; quand celles-ci ont pu être surmontées, les cristaux produits ont des formes très simples et sont généralement très allongés suivant l'axe vertical.

» On voit que dans l'Ariège la forme de l'andalousite est absolument caractéristique de chacun de ses modes de gisements, de telle sorte que, étant donnée une Carte géologique de cette région, il est possible d'indiquer *a priori* où l'on rencontre ce minéral et inversement; étant donné un échantillon d'andalousite, on peut indiquer, avec une certitude suffisante, la nature géologique du gisement où il a été recueilli. A ce double point de vue, cette constatation est aussi utile au géologue qu'au minéralogiste. »

GÉOLOGIE. — *Sur le loess du Turkestan.* Note de M. **Guillaume Capus**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le *loess* est une des formations caractéristiques de la période quaternaire. Il acquiert un développement et une importance considérables en Asie centrale. Il y constitue une terre de couleur jaune ou grisâtre, argilo-calcaire et sablonneuse, déposée en couche irrégulière dont l'épaisseur peut dépasser 50^m. Développé au pied des monts Thiân-Chân, Hindou-Kouch, Pamirs et de leurs contreforts lointains, il forme en outre une partie de la *thalsohle* de beaucoup de hautes vallées et se trouve jusque sur l'Alaï et les Pamirs. D'une fertilité latente considérable, le loess, aidé par l'irrigation, fait la richesse de presque toutes les oasis de l'Asie centrale. On peut dire, d'une façon générale, qu'il s'étend sans interruption depuis la Perse et la mer Caspienne jusqu'en Chine. Au Turkestan, ses falaises abruptes de ravinement, pareilles aux cañons du Colorado et de la Chine, peuvent atteindre jusqu'à 30^m et 40^m de hauteur.

» Différentes opinions ont été émises au sujet de la genèse, éolienne ou neptunienne probable de ces dépôts importants et caractéristiques. MM. de Richthofen, Middendorf, Mouchketoff, Regel, Stoliczka, etc., notamment, ont étudié le loess en Chine, dans le Fergana, le Karakoroum et le Turkestan en général.

» Ayant eu l'occasion d'observer les dépôts de loess sur un très grand nombre de points en Asie centrale, je résumerai mes observations à cet égard dans les considérations suivantes :

» Le loess est développé principalement dans la dépression au pied des montagnes, sur une zone qui s'étend depuis le Kara-taou, vers le sud, sur Tachkent, comprend le Ferganâ, longe le Sanzar-taou et le Nourata-taou, remplit la campagne de Samarcande, le Chahar-i-çabz avec Karchi et Ghouzar, la vallée de Sourkhane, s'étend au pied de l'Hindou-Kouch par Balkh, Merv et atteint le Kopet-dagh. Il est développé également dans la zone semi-circulaire de Kachgarie, et se trouve, plus ou moins épais, le long de la chaîne Alexandre, par Merké et Pichbeg, ainsi que dans la vallée de l'Ili.

» Le loess apparaît comme un dépôt périphérique de mer intérieure, sinon de rivage, du moins d'estuaires et de grands courants. Il est développé surtout dans des sortes de criques géologiques : Tachkent et Pskent,

Namangâne et Andidjâne, Yani-Kourgane, Samarcande et Djam, Ghouzar, Chahar-i-çabz, vallée du Sourkhane, etc. On le rencontre également dans les hautes vallées comme celle du Zérafchân par exemple, sur l'Alaï, à l'altitude de 9000 pieds, et je l'ai trouvé jusque sur le Pamir, à 12500 pieds.

» Si ces dépôts étaient d'origine éolienne, ils devraient être développés plus irrégulièrement, et s'être accumulés surtout aux points critiques des grands courants atmosphériques, c'est-à-dire à l'entrée des vallées longues prépamiriennes et du Thiân-Chân.

» La faune et la flore fossiles du loess sont très pauvres, et l'on n'y a signalé jusqu'alors que la présence de quelques coquillages terrestres, des traces de plantes et l'absence d'ossements.

» Le loess est peu ou point stratifié en certains endroits; ailleurs il accuse une stratification très nette.

» M. Mouchketoff a observé ce dernier entre autres à Djam et dans la vallée du Ghouzar-davia, sur une épaisseur de 15^m. Je l'ai trouvé également dans la vallée de Tengui-Kharam et dans la steppe de Djizak, à l'endroit appelé Klyân, j'ai relevé la coupe suivante :

Loess jaune de la steppe	$1^m,50$
Lit sablonneux noir avec dépôt de sel	0,15
Lit argileux avec sel en cristaux noirâtres groupés	0,50
Lit marneux jaune verdâtre à la base	0,30
Lit tourbeux avec ossements de ruminant (?)	0,30
Loess jaunâtre avec pointillé brun, visible sur environ 3^m	3,00

» Les plaines aralo-caspiennes semblent être très pauvres en ossements fossiles.

» Les couches de loess sont souvent superposées au conglomérat; ailleurs, on peut les voir alterner avec des lits de conglomérat. Cette disposition fait conclure à une alternance d'action des courants violent et plus calme où le loess a emprunté au conglomérat la majeure partie de ses éléments constitutifs. Comme dépôt de rivage, le conglomérat peut être considéré comme formant d'immenses talus sous-marins anciens qui ont comblé également, sur une épaisseur souvent considérable, le thalweg des vallées anciennes jusque sur les Pamirs. De même que le conglomérat, le loess peut former des dépôts en terrasse (¹).

(¹) Les *tépés* ou monticules de loess, hauts parfois de 30^m à 40^m, qu'on trouve répandus dans le Turkestan jusqu'à la mer Caspienne, sont probablement l'œuvre de main d'homme, étant pour la plupart d'anciens tombeaux ou tumulus.

» La finesse des éléments constitutifs du loess augmente en général en s'éloignant de la périphérie des dépôts. Le loess qui s'étend au pied du Samarcand-taou et du Sanzar-taou est plus gris, plus mélangé de sable granitique et moins fin que celui de la steppe ou de Boukhara et de Karchi.

» La constitution minéralogique du loess de la steppe varie selon que les éléments quartzitiques, feldspathiques ou calcaires sont en proportions plus ou moins fortes suivant la composition minéralogique des roches granitoïdes, quartzitiques ou calcaires qui lui ont donné naissance.

» La genèse du loess par alluvionnement pluvial n'a pas cessé de se produire jusqu'à l'époque actuelle.

» M. Mouchketoff signale la formation de loess par la petite rivière de Richtane dans le Fergana et j'ai pu observer le même phénomène d'alluvionnement sur les falaises de conglomérat de la rivière Taldyk, en amont du Kaplan-Koul.

» La vallée, large d'environ 2^{km}, y est remplie de dépôts de loess ancien, de conglomérat ainsi que des alluvions modernes de la rivière. A la fonte des neiges, les filets d'eau ravinent le conglomérat, formant des coulées boueuses d'un lehm qui vient former au pied des falaises de petits cônes de déjection, formés principalement par le ciment du conglomérat.

» Les éléments de ce dernier, surtout granitoïdes, restés sans cohésion, s'écroulent en petites avalanches pierreuses que la rivière reprend, avec l'alluvion ainsi formée, à l'époque des crues.

» La répartition, la stratification, les variations de composition, les relations avec le conglomérat des dépôts de loess dans le Turkestan, semblent indiquer une origine de sédimentation au sein des eaux. Le loess primaire ancien, post-tertiaire, produit du dernier alluvionnement marin et fluvial, peut donner lieu ensuite à des dépôts secondaires, localisés et de faible étendue, dus à un transport éolien. Ces dépôts semblent très rares dans le Turkestan, où je ne les ai jamais vus développés. »

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AVRIL 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHOTOGRAPHIE. — *Sur la photographie des couleurs* [deuxième Note (¹)]; par M. G. Lippmann.

« 1. Dans la première Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie sur ce sujet, je disais que les couches sensibles que j'employais alors manquaient de sensibilité et d'isochromatisme, et que ces défauts étaient le principal obstacle à l'application générale de la méthode que j'avais imaginée. Depuis lors j'ai réussi à améliorer la couche sensible, et, bien qu'il reste encore beaucoup à faire, les nouveaux résultats sont assez encourageants pour que je me permette d'en faire part à l'Académie.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 274; 1891.

» 2. Sur des couches d'albumino-bromure d'argent, rendues orthochromatiques par l'azaline et la cyanine, j'obtiens des photographies très brillantes du spectre. Toutes les couleurs viennent à la fois, même le rouge, sans interposition d'écrans colorés, et après une pose comprise entre cinq et trente secondes.

» Sur deux de ces clichés on remarque que les couleurs vues par transparents sont très nettement complémentaires de celles qu'on aperçoit par réflexion.

» 3. La théorie indique que les couleurs composées que revêtent les objets naturels doivent venir en photographie au même titre que les lumières simples du spectre. Il n'en était pas moins nécessaire de vérifier le fait expérimentalement. Les quatre clichés que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie représentent fidèlement des objets assez divers : un vitrail à quatre couleurs, rouge, vert, bleu, jaune; un groupe de drapeaux; un plat d'oranges surmontées d'un pavot rouge; un perroquet multicolore. Ils montrent que le modelé est rendu en même temps que les couleurs.

» Les drapeaux et l'oiseau ont exigé de cinq à dix minutes de pose à la lumière électrique ou au soleil. Les autres objets ont été faits après de nombreuses heures de pose à la lumière diffuse. Le vert des feuillages, le gris de la pierre d'un bâtiment sont parfaitement venus sur un autre cliché; le bleu du ciel, par contre, était devenu indigo. Il reste donc à perfectionner l'orthochromatisme de la plaque et à augmenter considérablement sa sensibilité. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les moyens de provoquer artificiellement la formation des pluies;* par M. FAYE.

« Il y a des millions d'acres de plaines dans l'ouest des États-Unis dont la valeur serait doublée et quadruplée si elles ne manquaient trop souvent d'eau. Dans les contrées de l'est, le même défaut ne se fait pas sentir; elles sont les mieux arrosées du monde par leurs rivières, leurs averses et leurs pluies. Maintenant que les nouveaux acquéreurs des plaines occidentales souffrent de la sécheresse après avoir traversé quelques années passables, il n'est pas étonnant qu'ils se tournent vers le Gouvernement pour lui demander de l'eau et comme les travaux d'irrigation seraient trop coûteux ou même impraticables, ils ont recours à la Science de leur

pays, confirmée par l'opinion générale des météorologistes, qui permet de concevoir la possibilité de procurer artificiellement la pluie, les orages et les averses.

» Ces idées ont été introduites dans la Science, il y a cinquante ans, par M. Espy, un météorologiste américain qui a attribué les cyclones, les trombes, les tornados à des colonnes ascendantes d'air produites par l'échauffement du sol, et comme les cyclones ou les tornados ont pour compagnons constants des averses qui les précèdent ou les suivent, M. Espy avait pensé et publié le premier qu'il serait possible de provoquer la pluie à la condition de produire un courant ascendant d'air chaud. Il avait même proposé d'en faire l'expérience pourvu que le Congrès voulut bien en supporter les frais. Mais le besoin de pluies artificielles ne se faisait pas sentir aux États-Unis à cette époque, tandis qu'il en est tout autrement aujourd'hui que les vastes plaines de l'ouest sont livrées à la culture.

» Toujours est-il qu'aujourd'hui on invoque les théories d'Espy qui sont encore celles de la Science moderne et auxquelles on n'a guère ajouté qu'une condition, c'est que l'instabilité de l'atmosphère, qu'il est facile de procurer dans les couches basses, se prolonge jusqu'à un certain point dans les couches supérieures.

» Des faits semblaient parler en faveur d'Espy. Voici par exemple une lettre qui lui fut adressée par un géodésien, M. G. Mackay, qui faisait alors des opérations en Floride; cette lettre a été reproduite par Espy lui-même, en 1857, dans un rapport au Sénat.

» Cher Monsieur, la demande que vous m'avez adressée de vous communiquer mes expériences sur votre théorie des tempêtes est flatteuse; j'y réponds avec plaisir. Ces expériences furent d'abord purement accidentelles, plus tard elles furent faites avec intention. Je les décrirai toutes.

» ... Nous étions alors aux confins d'une prairie encore plus difficile que toutes celles que nous avions jusqu'alors traversées. Mon assistant, le capitaine Alexander Mackay, qui se tenait près de moi, me dit qu'il avait remarqué dans nos derniers incendies qu'un nuage s'était formé au sommet de la colonne de fumée; il ajoutait que cela lui avait rappelé plus d'une fois les comptes rendus qu'il avait lus de la théorie du professeur Espy. Il pensait que nous ne rencontrerions jamais de meilleure occasion de mettre cette théorie à l'épreuve, ... Nous nous déterminâmes a en faire l'expérience.

» Lorsque nos compagnons furent tous réunis à la place choisie pour faire halte, des plaintes sur l'excessive chaleur s'élevèrent à la ronde et tous déclarèrent qu'ils n'avaient jamais rencontré une journée plus lourde et plus oppressive. A ces plaintes succédèrent des vœux ardents pour une petite brise ou quelques gouttes de pluie. « Taillez-moi une route à travers cette prairie, s'écria le capitaine et je vous procu-

» rerai une véritable averse et une brise qui saura bien vous ranimer. Allons, enfants, » fauchez-moi cette prairie et, quand vous aurez fini, vous aurez un bain frais qui » vous viendra du ciel. »

» Il n'y avait pas au ciel un seul nuage aussi grand que la main d'un homme.

» Je fis mettre le feu à l'amas de gazon desséché. La flamme s'élança bien vite par-dessus les arbres les plus hauts; un dense volume de fumée s'éleva en spirales; bientôt les grandes herbes disparurent; nous pûmes passer à travers. Lorsque la colonne de fumée cessa de s'élever, un nuage commença à se former.... il n'avait pas encore été remarqué.... A ce moment vint un roulement de tonnerre lointain. Tous les regards se tournèrent instantanément en haut. Le nuage s'étendait sur le ciel; le tonnerre augmentait; les éclairs brillèrent de plus en plus. Déjà la pluie tombait par torrents quoique l'on pût voir le ciel clair à l'horizon par-dessous le nuage.

» Telle est l'expérience sur laquelle est fondée ma confiance dans votre théorie. Je n'aurais jamais cru qu'elle pût être mise en doute par un esprit scientifique, si je ne l'avais appris de vous-même. G. MACKAY.

» Ce coup de tonnerre *éloigné* aurait dû donner à penser à M. Mackay que l'orage venait de loin. C'est ainsi, en effet, que dans les pays chauds arrivent souvent, au milieu d'un ciel pur, les orages accompagnés de trombes ou de tornades. On voit s'élever de la mer, à l'horizon, un nuage qui paraît grand comme la paume de la main ou, comme disent les navigateurs portugais, comme l'œil d'un bœuf. Il vient alors avec lenteur, puis avec une rapidité croissante, s'étend de plus en plus sur le ciel, et finit par le couvrir entièrement. Alors éclate le tonnerre qui d'avance grondait sourdement au loin. Jamais on n'a imaginé que l'orage se soit formé sur place. On le voit arriver sous cette forme caractéristique. C'est un de ces orages très facile à prévoir par une chaleur écrasante, et sous le ciel de la Floride, qui sera venu surprendre M. Mackay. Le feu mis aux herbes de la prairie n'y était pour rien.

» Une autre circonstance où l'on a cru pouvoir attribuer les pluies à un vaste incendie s'est offerte lors de celui qui a brûlé entièrement Chicago, en 1871. Beaucoup de personnes crurent alors que le feu avait été arrêté par la pluie qu'il avait occasionnée. Mais un assistant du chef du *Signal Office*, le P. Lapham, a détruit cette légende en faisant remarquer que ce n'est que le quatrième jour de l'incendie que la pluie a tombé sérieusement et que d'ailleurs deux conditions nécessaires manquaient à l'expérience, car l'air n'était pas calme et le point de rosée était très élevé. M. Lapham n'en était pas moins convaincu, comme tous ses compatriotes, de la vérité de la doctrine d'Espy.

» Au lieu de recourir aux incendies pour faire arriver en haut une

colonne ascendante d'air chaud et humide, et procurer par là des orages, des averses ou de simples pluies, on a imaginé un procédé plus direct. M. G.-H. Bell, de New-York, a proposé de construire, dans certaines localités, des tours de 1500 pieds de hauteur, creuses dans l'axe, et de lancer par là de l'air saturé d'humidité jusque dans les hautes régions de l'atmosphère pour provoquer la formation des nuées. Une nation, dit M. Bell, qui serait munie d'un nombre raisonnable de tours de ce genre, donnerait ainsi une preuve éclatante de sa puissance et de ses ressources.

» On voit par là quels espoirs fait naître aujourd'hui la Science météorologique ainsi comprise.

» Je ne nie pas qu'on ne puisse, par divers moyens, déterminer le mouvement ascendant d'une colonne verticale d'air chaud et humide à travers les airs, mais je crois avoir démontré depuis de longues années que jamais cette colonne ne donnera lieu à un cyclone, une trombe, un tornado ou un orage; il en résulte qu'elle ne produira pas les averses fertilisantes qui accompagnent ces phénomènes. Je demande à l'Académie la permission de revenir sur cette démonstration.

» Le phénomène d'une colonne verticale d'air chaud ascendante ne peut se produire que par un temps calme et, naturellement, cette fausse trombe n'a aucune tendance à se mouvoir latéralement. Elle reste en place là où elle est née. Une trombe, un tornado, un cyclone, au contraire, se meut dès son début, dans une direction parfaitement déterminée, avec la vitesse d'un train de chemin de fer. Mettons 97^{km} à l'heure pour la trombe ou le tornado d'août 1890 dans le Jura. Comment peut-on songer à identifier ces deux phénomènes?

» En second lieu, la colonne ascendante d'air chaud tourbillonne à peine, si peu que M. Espy croyait qu'elle ne tourbillonnait pas du tout. Les météorologistes d'aujourd'hui ont bien été forcés de corriger Espy sur ce point et de convenir que les trombes ont une giration formidable; seulement ils ne peuvent l'expliquer. Comment, en tous cas, identifier deux phénomènes tels que la colonne ascendante d'air chaud qui ne saurait tourner que par le léger conflit des courants centripètes qui l'alimentent, et la trombe du Jura (1890), par exemple, qui a cassé 120000 arbres plusieurs fois séculaires dans une seule forêt par ses girations furieuses, et détruit 42 maisons dans un seul village. Ainsi les tornados tournent en marchant; les courants ascendants ne marchent ni ne tournent.

» Ils soutiennent que les tornados sont ascendants comme leur colonne d'air chaud qu'ils cherchent à identifier avec eux, mais on les voit au con-

traire descendre des nues. Ils pendent, au commencement, de quelque gros nuage, et ils ne s'en détachent jamais. On les voit s'allonger comme un sac légèrement conique, jusqu'à toucher le sol, et dès lors commencer leurs ravages; puis ils se relèvent et se retirent peu à peu dans le nuage lorsque leur giration s'est épuisée. Ainsi les tornados descendent des nues tandis que les courants ascendants tendent à y monter.

» Si vous voulez considérer la température, vous voyez que la trombe ou le tornado est entouré de haut en bas d'une brume qui en dessine les contours et qui n'est autre chose que le prolongement du nuage lui-même qui porte la trombe. Pour que cette brume subsiste malgré la température élevée de l'air ambiant, il faut évidemment que l'air qu'elle contient soit froid, et il est froid parce que cet air contient des vésicules aqueuses, de l'eau presque congelée. C'est justement l'inverse dans la colonne ascendante des météorologistes; l'air y est plus chaud à l'intérieur qu'au dehors sans quoi la colonne ne monterait pas.

» Ainsi les cyclones, les trombes et les tornados sont froids; les courants ascendants sont chauds.

» Le cyclone, la trombe ou le tornado parcourent les pays les plus accidentés sans être arrêtés le moins du monde par les obstacles, vallons ou collines, étangs ou rivières, les rivages ou les mers.

» Récapitulons :

» 1° Les trombes et les tornados (et les cyclones) marchent à grande vitesse par un temps calme; les colonnes ascendantes d'air chaud ne marchent pas.

» 2° Les tornados et les trombes tournent furieusement dans un sens déterminé; les colonnes ascendantes ne tournent pas, ou d'une manière insignifiante.

» 3° Les tornados et les trombes sont froids à l'intérieur; les colonnes ascendantes sont chaudes.

» 4° Les tornados et les trombes descendent des nues; les colonnes ascendantes montent vers les nues, etc.

» Plus vous examinez la question, plus vous êtes frappé des différences, des oppositions pour mieux dire, plus vous reconnaissez qu'il est impossible de confondre ces deux ordres de phénomènes comme l'ont fait les météorologistes, plus vous êtes convaincu qu'il n'y a pas là une simple différence du petit au grand, mais qu'il s'agit de phénomènes dépendant de causes mécaniques tout autres.

» Ainsi M. Espy s'est trompé et, avec ses théories, croulent malheureu-

sement les espérances de tout un grand pays. Une colonne ascendante d'air chaud ne saurait engendrer un tornado et produire, par conséquent, un orage ou une averse, soit qu'on la fasse monter à l'aide d'un incendie, comme M. G. Mackay, soit qu'on la lance vers le ciel avec la tour colossale de M. G.-H. Bell.

» Je me suis borné à parler des idées de M. Espy et de ses successeurs en Météorologie sans m'occuper des autres procédés qui ne dérivent pas aussi directement de ces idées et auxquels on a également recours aux États-Unis : je veux dire les explosions de dynamite qu'on a fait éclater l'an dernier au Texas [1]. Ces procédés ont été appréciés de main de maître par M. W. Morris Davis, dans le dernier numéro de l'*American meteorological Journal,* et je ne pense pas qu'il y ait grand chose à ajouter à cette critique. Je me bornerai à dire que si les averses, les orages et la grêle proviennent des cyclones et ont pour organes les tourbillons des régions élevées, c'est que les cyclones sont descendants comme les tornados qui en dérivent, et entraînent les cirrus des hautes régions dans les couches de l'atmosphère situées au-dessous. De là les averses, les orages et la grêle. »

GÉOGRAPHIE ET GÉOLOGIE. — *Répartition des terrains occupés par les groupes géologiques d'après les latitudes et les longitudes terrestres.* Note de M. **Alexis de Tillo.**

« Pour faire suite aux recherches que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie dans ma Note insérée au n° 5 des *Comptes rendus* de ce semestre, je vais donner les résultats obtenus pour les différentes *latitudes et longitudes* terrestres.

---

(1) Les explosions dont il est ici question sont de deux sortes. Les unes à ras terre ont été inspirées par la croyance que les grandes batailles, dans lesquelles on a fait un usage immodéré du canon, ont été suivies de pluies ou d'averses. On croit se rappeler qu'il en a été ainsi lors de la guerre de la Sécession. Pour les imiter, on fait usage de la dynamite à terre. Les autres sont des explosions à grande hauteur, à l'aide de ballons munis de fils télégraphiques. Des expériences ont été faites en grand au Texas l'an dernier. Je n'en connais pas les résultats; mais je suis convaincu qu'ils ont été négatifs. Rien de pareil ne saurait déterminer les cirrus des hautes régions, voguant à 10 000^{m} ou 12 000^{m} de hauteur, à descendre dans les régions basses pour y engendrer les orages et les averses. Seules les vastes girations descendantes qui naissent dans les courants des hautes régions de l'atmosphère produisent de tels résultats.

Superficies des terrains géologiques en millions de kilomètres carrés.

Latitudes.	Primitif.	Primaire.	Secondaire.	Tertiaire.	Quaternaire.	Sables.	Glaciers.	R. éruptives m.	Iles coralliennes.	Partie explorée.	Partie non explorée.	Superficie totale.
N. 70°-80°.	0,12	0,46	0,14	0,02	0,25	»	0,99	0,01	»	1,99	1,66 (1)	3,65
» 60-70.	3,17	2,02	1,49	0,02	0,67	»	0,64	0,33	»	8,34	4,99	13,33
» 50-60.	3,05	2,80	2,56	0,59	2,22	»	0,05	0,18	»	11,45	3,14	14,59
» 40-50.	2,53	2,01	2,03	1,80	3,27	1,17	0,04	0,55	»	13,40	2,18	15,58
» 30-40.	1,23	2,47	2,52	1,75	3,18	0,79	0,06	0,38	»	12,38	2,90	15,28
» 20-30.	1,43	2,04	2,01	1,31	2,32	2,02	0,03	0,49	»	11,65	3,74	15,39
» 10-20.	1,49	0,99	1,18	0,47	1,33	0,42	0,00	0,65	0,00	6,53	4,71	11,24
» 0-10.	1,75	0,20	0,86	0,34	1,13	0,12	0,02	0,18	0,00	4,60	6,26	10,86
S. 10- 0.	1,04	1,18	3,06	1,15	0,78	0,00	0,00	0,29	0,00	7,50	8,04	9,54
» 20-10.	1,81	1,30	1,94	0,09	1,39	0,54	0,01	0,33	0,00	7,41	1,96	9,37
» 30-20.	1,43	1,01	1,41	0,16	1,20	2,11	0,01	0,29	0,00	7,62	1,72	9,34
» 40-30.	0,64	0,62	0,54	0,78	1,03	0,18	0,01	0,20	0,01	4,01	0,19	4,20
» 50-40.	0,11	0,06	0,09	0,19	0,35	»	0,05	0,07	0,01	0,93	0,01	0,94
» 60-50.	0,05	0,02	0,02	0,04	0,05	»	0,03	0,01	»	0,22	0,66 (1)	0,88
Sommes .	19,85	17,18	19,85	8,71	19,17	7,35	1,94	3,96	0,02	98,03	36,16	134,19

Superficies des terrains géologiques en nombres relatifs, l'étendue explorée des zones étant prise égale à 100.

Latitudes.	Primitif.	Primaire.	Secondaire.	Tertiaire.	Quaternaire.	Sables.	Glaciers.	R. éruptives m.	Iles coralliennes.	Sommes.	Partie non explorée en $\frac{1}{1000}$.
N. 70°-80°...	6	23	7	1	13	»	50	0 (2)	»	100	5
» 60-70...	38	24	18	0	8	»	8	4	»	100	14
» 50-60...	27	24	22	5	19	»	1	2	»	100	9
» 40-50...	19	15	15	13	25	9	0	4	»	100	6
» 30-40...	10	20	20	14	26	6	1	3	»	100	8
» 20-30...	12	18	18	11	20	17	0	4	»	100	10
» 10-20...	23	15	18	7	20	7	0	10	0	100	13
» 0-10...	38	4	19	7	25	3	0	4	0	100	17
S. 10- 0...	14	16	41	15	10	0	0	4	0	100	6
» 20-10...	25	18	26	1	19	7	0	4	0	100	5
» 30-20...	19	13	18	2	16	28	0	4	0	100	5
» 40-30...	16	15	14	19	26	5	0	5	0	100	0
» 50-40...	12	6	10	21	38	»	5	8	0	100	0
» 60-50...	21	8	9	21	22	»	13	6	»	100	2
											100

(1) Les terres arctiques et antarctiques ont été ajoutées à ces zones.

(2) Zéro veut dire moins de $\frac{1}{2}$ pour 100.

» La dernière colonne désigne les parties non explorées en prenant la superficie de toutes les régions non explorées égale à 100.

» Il serait prématuré de tirer des conclusions des chiffres précédents par rapport aux zones de 10° en 10°. Mais en réunissant les résultats, d'après des zones plus larges, on parvient à entrevoir la presque *indépendance de la répartition des groupes selon les latitudes terrestres* (à l'exception pourtant des sables, des glaciers et des îles coralliennes).

Superficies des terrains géologiques en nombres relatifs, l'étendue explorée des zones étant prise égale à 100.

Latitudes.	Primitif.	Primaire.	Secondaire.	Tertiaire.	Quaternaire.	Sables.	Glaciers.	R. éruptives m.	Sommes.
N. 50°-80°...	29	24	19	3	14	»	8	3	100
» 30-50...	15	17	18	14	25	8	0	3	100
» 0-30...	21	14	18	9	21	11	0	6	100
S. 60- 0...	18	15	26	9	17	10	1	4	100

» Ces zones contiennent respectivement 32, 31, 37 et 34 millions de kilomètres carrés.

» En divisant les terrains d'après deux zones seulement, l'une entre les latitudes nord 30°-80° avec une superficie de 62 millions de kilomètres carrés et l'autre entre les latitudes sud 60° et nord 30°, avec une superficie de 72 millions de kilomètres carrés, on remarque une grande similitude.

Superficies des terrains géologiques en nombres relatifs.

Latitudes.	Primitif.	Primaire.	Secondaire.	Tertiaire.	Quaternaire.	Sables.	Glaciers.	R. éruptives m.	Sommes.
N. 30°-80°.....	21	21	18	9	20	4	4	3	100
S. 60-30 N...	19	15	22	9	19	11	0	5	100
Toute la terre.	20	18	20	9	20	7	2	4	100

» En ce qui concerne la *longitude* terrestre, on s'apercevra, d'après le Tableau suivant, qu'elle aussi n'exerce pas d'influence marquée sur la répartition des terrains géologiques.

Superficies des terrains géologiques en nombres relatifs.

Longitudes.	Superficies. Millions de kilomètres carrés.	Primitif.	Primaire.	Secondaire.	Tertiaire.	Quaternaire.	Sables.	Glaciers.	R. éruptives m.	Sommes.
170° ouest-0° de Paris...	41	23	19	21	9	15	3	5	5	100 (1)
0°-60° est de Paris......	40	19	16	29	8	21	5	0	2	100 (2)
60° est-170° ouest de Paris.	53	18	18	13	10	23	13	0	5	100 (3)

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de présenter une question pour chacun des prix ci-après désignés, à décerner en 1894.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Bordin (Sciences mathématiques). — MM. Hermite, Bertrand, Darboux, Poincaré, Fizeau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouquet de la Grye et Sarrau.

Prix Damoiseau. — MM. Faye, Tisserand, Lœwy, Wolf, Janssen réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Bertrand.

Prix Vaillant. — MM. Daubrée, Bertrand, Fizeau, Berthelot, Darboux réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Faye et Duchartre.

Prix Gay. — MM. Grandidier, Duchartre, Milne-Edwards, Bornet, Van Tieghem réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. d'Abbadie et Bouquet de la Grye.

---

(1) Amérique du Nord et du Sud.

(2) Europe et Afrique.

(3) Asie et Océanie.

Prix Pourat. — MM. Brown-Séquard, Marey, Chauveau, Bouchard, Charcot réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Duchartre.

MÉMOIRES PRÉSENTES.

M. **P. Ribard** adresse une Note sur « un essai d'explication du magnétisme terrestre ».

(Renvoi à l'examen de M. Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Quatorze feuilles nouvellement publiées des Cartes d'Afrique, d'Algérie et de Tunisie (adressées par le Service géographique de l'armée).

2° Un Mémoire de M. *André Markoff* « Sur les nombres entiers dépendant d'une racine cubique d'un nombre entier ordinaire. » (Présenté par M. Hermite.)

ASTRONOMIE. — *Observations de deux nouvelles planètes, découvertes à l'Observatoire de Nice, les 22 mars et 1er avril 1892.* Note de M. **Charlois**, présentée par M. Faye.

Dates 1892.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
		I. — Planète (1892, mars 22).			
Mars 22.....	12h56m38s	12h41m13s,37	$\bar{2}$,558	97°15′25″,7	$0,836_n$
28.....	9. 2.36	12.36. 4,67	$\bar{1},495_n$	96.58.23,8	$0,819_n$
		II. — Planète (1892, avril 1).			
Avril 1.....	13. 1.49	14.21.22,30	$\bar{2},844_n$	105.15.31,7	$0,877_n$

» *Remarque.* — Les deux planètes sont de 13e grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Photographie de la nébuleuse de la Lyre.* Note du P. F. **Denza**, présentée par M. Mouchez.

« En dehors de la Carte du Ciel, but principal des travaux de l'Observatoire du Vatican, une des études qui en sera l'objet secondaire sera celle des nébuleuses.

» Les premières photographies qui ont été faites de ces corps célestes sont celles de la nébuleuse de la Lyre. La délicatesse des détails de cette nébuleuse, aussi petite qu'importante, et l'éclat de sa lumière, nous firent juger qu'une pose trop prolongée aurait peut-être nui à un bon résultat. Dans cette persuasion, nous crûmes plus opportun de faire plusieurs photographies, avec des poses de plus en plus longues, en commençant par la pose d'une demi-heure, dans l'ordre suivant :

	Durée de pose.
	h m
Première épreuve	0.30
Deuxième »	0.40
Troisième »	1.00
Quatrième »	1.40
Cinquième »	1.50

» On employa pour ces épreuves des plaques extra-rapides de Lumière, comme on les trouve dans le commerce. Le développement se fit par la méthode ordinaire de l'oxalate neutre de potasse et du sulfate de fer, en le prolongeant au delà de 20 minutes.

» En comparant entre elles ces cinq épreuves, on dut se convaincre que la cinquième, de $1^h 50^m$, était de beaucoup la meilleure.

» Je présente à l'Académie la photographie originale de la nébuleuse.

» En observant le négatif au microscope, avec un agrandissement de 40 diamètres, il se révèle de tels détails qu'il serait absolument impossible de les voir autrement.

» L'étoile qui occupe le centre du fond obscur est jointe à une autre petite étoile que le P. Secchi avait jugée douteuse. Toutefois, l'examen microscopique donne à ces deux corps célestes l'aspect d'un amas de points lumineux; et le plus petit, dont le contour est tout à fait irrégulier, ainsi que l'autre central et plus grand, présente une solution de continuité des différents points lumineux qui le composent. Cela est entière-

ment confirmé par la simple inspection de la reproduction photographique agrandie de 78 diamètres au microscope. La petite étoile qui se trouve près de la nébuleuse permet de comparer les deux images lumineuses intérieures à une image stellaire proprement dite.

» De ces sortes d'amas de points lumineux, qui sont les plus grands et les plus espacés entre eux, on en trouve plusieurs autres, soit dans le centre obscur, soit dans l'anneau lumineux.

» Le P. Secchi, en parlant de cette nébuleuse, dit que :

» L'anneau se prolonge dans le sens du plus grand axe, et que les parties les plus denses sont dans la direction du petit axe, où brillent des points très distincts, et on le croirait stellaire et résoluble.

» L'examen microscopique que nous avons fait de l'épreuve négative vient confirmer amplement l'observation de l'astronome romain, et nous offre en même temps un exemple de l'avantage incomparable que la Photographie apportera à la Carte du Ciel, et l'immense facilité avec laquelle on pourra en étudier tout à son aise les différentes parties. Mais, ce qui importe le plus, la Photographie nous permettra de pousser l'examen d'un objet céleste à un point que l'observation directe ne saurait atteindre.

» La photographie de la nébuleuse de la Lyre montre à l'évidence que celle-ci s'épand et se prolonge dans le sens de son plus grand axe, et l'on peut ajouter, sans aucune crainte de se tromper, qu'elle en assigne la limite bien au delà des données de l'observation directe. Ainsi, l'existence des points lumineux, et leur plus grande densité dans la direction du petit axe, sont non seulement confirmées, mais, en outre, l'étude microscopique met à même l'observateur de les compter et de fixer la position de chacun d'eux. Dans un examen sommaire, fait à l'aide du microscope, nous avons pu compter un très grand nombre de points brillants épars sur toute la surface de cette splendide nébuleuse. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires du premier trimestre de l'année* 1892. Note de M. **Tacchini**.

« J'ai l'honneur d'envoyer à l'Académie le résumé des observations solaires qu'on a pu faire à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le premier trimestre de 1892. Le nombre de jours d'observations

pour les taches et les facules a été de 56, c'est-à-dire 19 en janvier, 19 en février et 18 en mars. Voici les résultats :

1892.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative de jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes des taches par jour.
Janvier	19,63	0,00	79,79	56,58	5,90
Février	23,31	0,00	153,61	60,28	5,16
Mars	13,12	0,00	61,67	86,39	4,28

» On a donc constaté une augmentation assez forte par rapport au trimestre précédent. Trois périodes d'une plus grande fréquence et une extension des taches correspondent aux intervalles 16-24 janvier, 5-18 février et 20-25 mars.

» Pour les protubérances, nous avons obtenu les résultats suivants :

1892.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Janvier	13	6,39	39″,6	1°,6
Février	13	7,00	36,0	1,6
Mars	14	8,14	36,4	2,3

» La saison a été très peu favorable à l'observation des protubérances; mais, cependant, il me semble qu'on peut affirmer que le phénomène des protubérances a été un peu moins accentué que dans le trimestre précédent. Il faut remarquer que, tandis qu'un maximum des taches bien marqué a eu lieu en février, les protubérances ne présentent pas de fortes différences dans la série; leur maximum secondaire est arrivé en mars comme pour les facules. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème d'Analyse qui se rattache aux équations de la Dynamique.* Note de M. **R. Liouville**.

« Dans une Note du 11 avril dernier, M. Painlevé s'est proposé d'étudier complètement une question qui est la généralisation immédiate du problème résolu par M. Dini, celui de la représentation géodésique des surfaces.

» Les résultats énoncés par M. Painlevé, pour un système de points soumis à des forces qui admettent un potentiel, s'étaient présentés à moi dans d'autres recherches, mais n'en ayant mentionné qu'un cas particulier, vers la fin de ma Note du 6 avril 1891, je n'aurais pas à revenir sur ce sujet, si la méthode dont j'ai fait usage, très différente, semble-t-il, de celle qu'a employée M. Painlevé, ne m'avait conduit en même temps à quelques résultats, qui ne paraissent pas avoir été signalés jusqu'ici. Je demande à l'Académie la permission de les indiquer en peu de mots.

» Lorsqu'un système matériel est soumis à l'action de forces qui dérivent d'un potentiel, si l'on désigne par $x_1, x_2, \ldots, x_m$ les variables dont sa position dépend à un instant quelconque, les équations qui déterminent les trajectoires de ses divers points peuvent être représentées ainsi

$$(1) \qquad dx_i\, d^2 x_k - dx_k\, d^2 x_i = \sum_{(h,h')} (p^{(k)}_{h,h'}\, dx_i - p^{(i)}_{h,h'}\, dx_k)\, dx_h\, dx_{h'};$$

les coefficients $p^{(k)}_{h,h'}$, $p^{(i)}_{h,h'}$ sont des fonctions de $x_1, x_2, \ldots, x_m$ et n'entrent pas tous d'une façon distincte dans les équations (1); ces dernières en renferment seulement certaines combinaisons, qui sont données. Je supposerai que l'on ait complété la définition de ces coefficients par les identités

$$\sum_{(i)} p^{(i)}_{i,k} = 0,$$

au nombre de m et dont il est facile d'apercevoir la signification. Un ensemble d'équations du type (1) n'appartient pas toujours aux trajectoires des points d'un système matériel : il faut, pour qu'il en soit ainsi, certaines conditions que l'on peut se proposer d'obtenir. Elles résultent du théorème suivant :

» *Pour que les équations* (1) *définissent les trajectoires des points d'un système matériel, soumis à l'action de forces qui dérivent d'un potentiel, il est nécessaire et suffisant que les équations suivantes, au nombre de*

$$\frac{m(m-1)(m+2)}{2},$$

$$(2) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial f_{i^2}}{\partial x_{i'}} - 2\sum\limits_{(h)} p^{(i)}_{h,i'} f_{i,h} = 0 = \dfrac{\partial f_{i,k}}{\partial x_{i'}} - \sum\limits_{(h)} (p^{(k)}_{h,i'} f_{i,h} + p^{(i}_{h,i'} f_{h,k}), \\ \dfrac{\partial f_{i^2}}{\partial x_{i'}} - 2\dfrac{\partial f_{i,k}}{\partial x_k} - 2\sum\limits_{(h)} (p^{(i)}_{i,h} f_{i,h} - p^{(k)}_{k,h} f_{i,h} - p^{(i)}_{h,k} f_{h,k}) = 0 \end{cases}$$

soient satisfaites par les $\frac{m(m+1)}{2}$ *inconnues* f_i, $f_{i,k}$ *qu'elles renferment* linéairement.

» Ceci ayant lieu, soit Δ le déterminant symétrique des quantités $f_{i,k}$; la forme quadratique suivante

$$(3)\qquad 2\mathrm{T} = \sum_{(i,k)} \frac{\partial\Delta}{\Delta^2\,\partial f_{i,k}}\,dx_i\,dx_k$$

représente la force vive dans le mouvement dont les équations (1) donnent alors la définition et l'intégrale du second degré correspondante s'exprime par la formule

$$2\mathrm{T} = \text{constante}.$$

» Il peut arriver que les équations (2) possèdent plusieurs solutions distinctes. La recherche des cas où il en est ainsi est une extension immédiate du problème de M. Dini. Si l'on désigne alors par $f_{i,k}^{(0)}$ les fonctions qui constituent un second ensemble satisfaisant aux équations (2) et par $\Delta^{(0)}$ le déterminant analogue à Δ, le rapport

$$(4)\qquad \frac{\sum \frac{\partial\Delta}{\partial f_{i,k}}\,dx_i\,dx_k}{\sum \frac{\partial\Delta^{(0)}}{\partial f_{i,k}^{(0)}}\,dx_i\,dx_k},$$

égalé à une constante, est une intégrale des équations différentielles des trajectoires.

» C'est la proposition de M. Painlevé.

» De plus, comme les relations (2) sont linéaires, elles sont aussi satisfaites par les fonctions $f_{i,k} + cf_{i,k}^{(0)}$, où la constante c est à volonté; en introduisant ces dernières à la place des quantités $f_{i,k}$, dans l'expression (4), son numérateur devient une fonction entière de c, qu'il contient à la puissance $m-1$. L'intégrale (4) se décompose donc en plusieurs autres et donne, en général, un système complet d'intégrales premières du problème étudié. C'est à ces circonstances que j'avais fait allusion dans les derniers alinéas d'une Note, présentée à l'Académie le 14 décembre 1891 et à laquelle d'ailleurs M. Painlevé a bien voulu renvoyer.

» J'ai signalé dans cette même Note que l'existence d'une intégrale du second degré, différente de celle des forces vives, ne suffit pas pour que la forme quadratique correspondante (3) vérifie les conditions du problème de M. Dini : l'existence de plusieurs intégrales du second degré n'est pas non plus caractéristique.

» Il y a en effet un cas, depuis longtemps connu, où les équations du mouvement d'un système matériel libre admettent un système complet d'intégrales premières du second degré; ce cas ne satisfait pas à toutes les conditions du problème de M. Dini, quand le nombre des variables est supérieur à deux.

» Au reste, les considérations précédentes n'établissent pas que ce problème soit alors possible; mais c'est ce qui résulte d'un travail antérieur (*Comptes rendus*, 6 avril 1891).

» Lors même que les relations (2) n'ont pas lieu, les équations (1) ne perdent pas leur forme essentielle, par un changement des variables x_1, x_2, ..., x_m; leurs invariants, pour ces transformations, s'obtiennent en généralisant d'une façon très simple la méthode indiquée, dans un Mémoire déjà ancien, pour le cas où le nombre des variables se réduit à deux. »

PHYSIQUE. — *Mesures directe et indirecte de l'angle de raccordement d'un liquide qui ne mouille pas le verre.* Note de M. **C. Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« On sait que la mesure de l'angle de raccordement est un des problèmes dont la solution laisse à désirer jusqu'à présent à ma connaissance; l'angle de raccordement des liquides avec les solides, qu'ils ne mouillent pas, est obtenu par des équations approximatives, quand on a mesuré préalablement les constantes qui y figurent.

» Les équations approximatives les plus commodes, celles dont Desains a fait usage (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LI), sont les suivantes :

$$H^2 = 2a^2(1 - \sin i), \tag{1}$$

$$q = 2a\cos\frac{i}{2} + \frac{2a^2}{3l}\,\frac{1 - \sin^3\frac{i}{2}}{\cos\frac{i}{2}} - \frac{2a^2}{b}; \tag{2}$$

et si l'on suppose, par exemple, que le liquide est le mercure et le solide le verre, dans les équations (1) et (2) H désigne la dépression du mercure dans un vase large auprès d'une lame de verre plane et verticale, a^2 est la

constante capillaire (inconnue), i l'angle cherché du raccordement, q la plus grande épaisseur d'une large goutte de mercure posée sur une plaque de verre horizontale, l le rayon de la base de la goutte, enfin b le rayon de courbure au sommet de la goutte.

» On néglige le terme très petit $-\frac{2a^2}{b}$, à cause de la largeur de la goutte, et l'on a la suivante :

$$(3) \qquad q = 2a\cos\frac{i}{2} + \frac{2a^2}{3l}\,\frac{1-\sin^3\frac{i}{2}}{\cos\frac{i}{2}}.$$

» On réduit d'abord le second membre de l'équation (3) à son premier terme, et l'on calcule ainsi a^2 et i. On obtient ensuite une approximation plus grande, en tenant compte du second terme de l'équation (3).

» En opérant par une autre voie, qui permet d'accroître l'approximation, j'ai obtenu, entre a^2 et i, l'équation

$$(4) \qquad \cos i + \frac{\sin i}{2l}(q-z') = \frac{q-z'}{2a^2}\left(q+z'-\frac{a^2}{L}\right) + \frac{2(q-z')}{b},$$

qui se réduit évidemment, dans le cas d'une large goutte, à

$$(5) \qquad \cos i + \frac{\sin i}{2l}(q-z') = \frac{q-z'}{2a^2}\left(q+z'-\frac{a^2}{L}\right),$$

où la signification des i, a^2, q est la même que précédemment; L est le plus grand rayon de la goutte et z' la distance du plan qui contient la plus grande circonférence (de rayon L) au plan tangent au sommet de la goutte.

» En posant, pour abréger, $q+z'=\mathrm{P}$, $\frac{\mathrm{H}^2}{2l}=\mathrm{Q}$, $\frac{1}{l}+\frac{1}{\mathrm{L}}=r$, nous trouverons comme solutions des équations (1) et (5)

$$\sin i = \frac{2a^2-\mathrm{H}^2}{2a^2},$$

$$a^2 = \frac{\mathrm{P}+\mathrm{Q}}{r} + \frac{2\mathrm{H}^2}{(q-z')^2r^2} \mp \frac{\mathrm{H}}{(q-z')r}\sqrt{-\mathrm{H}^2+\frac{4\mathrm{H}^2}{(q-z')^2r^2}+4\frac{\mathrm{P}+\mathrm{Q}}{r}};$$

le signe — convient seul au problème.

» Mais il ne suffisait pas d'obtenir une nouvelle équation approximative, il fallait aussi tâcher de mesurer directement l'angle i; c'est ce que j'ai fait.

» Voici l'appareil très simple que j'ai adopté. L'axe optique de la lunette d'un cathétomètre étant en coïncidence avec son axe géométrique, on fixe concentriquement sur le tube de cette lunette un cercle divisé : la lunette dans son mouvement autour de son axe entraîne ce cercle, qui se meut devant une aiguille verticale fixe, qui indique l'angle dont la lunette a tourné. La vérification directe, obtenue en mesurant des angles connus d'avance tracés sur une feuille de papier, a montré que l'appareil fonctionnait bien.

» Voici comment on opère pour la mesure de l'angle i. On pose devant une fenêtre un plan de glace horizontal sur lequel on dépose une goutte de mercure pur, filtré avec un tube effilé, et l'on vise cette goutte au cathétomètre, dont l'axe optique est amené dans le plan supérieur de la glace; on fait coïncider alors le centre du réticule avec le point de raccordement du mercure et de la glace et le fil horizontal avec le plan de la glace; après lecture, on tourne l'appareil pour faire coïncider le même fil du réticule avec la tangente de la courbe méridienne de la goutte au point de raccordement, on lit le nouvel azimut; la différence des deux lectures est l'angle cherché i. On fait ces mêmes opérations de chaque côté de la goutte, et l'on prend la moyenne. En répétant plusieurs fois ces mesures, on arrive à une approximation satisfaisante.

» Pour bien voir les contours de la goutte de mercure, on doit opérer à la lumière diffuse en plaçant entre la goutte et la fenêtre une feuille de papier blanc transparent.

» Voici un Tableau comparatif des mesures de l'angle i, effectuées directement [1] par l'appareil décrit et indirectement par les équations (1), (3) et (1), (5) pour lesquelles j'ai mesuré l, L, q, z'.

» La température moyenne de ces six mesures était de 17°.

Rayon de la base de la goutte.	Valeurs de i calculées d'après les équations (1) et (3).	calculées d'après les équations (1) et (5).	mesurées directement.	Obs. — Calc. Équations (1), (3).	Équations (1), (5).
mm 6,20	33°. 9′	36°. 3′	37°.15′	+4°. 6′	+1°.12′
8,25	38.40	37.56	37.42	−0.58	−0.14
10,47	38.41	39. 2	38.52	+0.11	−0.10
13,32	40.25	40.37	40.30	+0. 5	−0. 7
13,57	37.59	37.15	37.12	−0.47	−0. 3
18,32	40.59	40.15	40	−0.59	−0.15

» On voit, d'après les deux dernières colonnes de ce Tableau, que les équations (1) et (5) proposées ci-dessus pour la détermination de l'angle de raccordement i représentent beaucoup mieux les observations que les équations (1) et (3) adoptées jusqu'ici. »

---

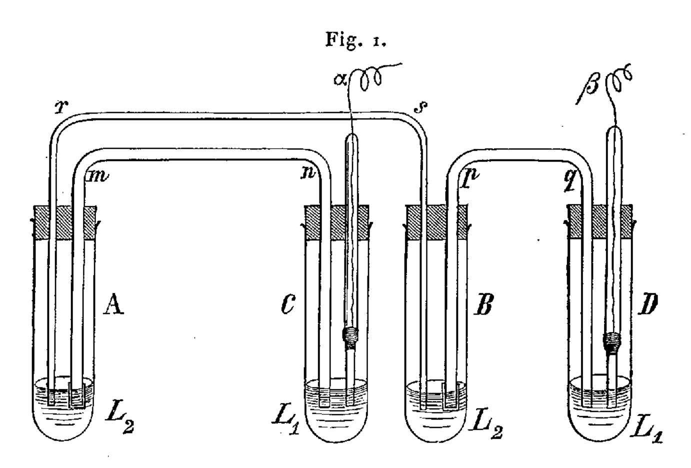
(1) Le travail a été exécuté au laboratoire de M. Cornu à l'École Polytechnique.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes thermo-électriques au contact de deux électrolytes.* Note de M. **Henri Bagard**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note précédente (¹), j'ai indiqué que la marche d'un couple thermo-électrique formé par un amalgame et un électrolyte n'est pas uniforme. Depuis, j'ai retrouvé le même fait dans le cas de couples constitués par deux électrolytes.

» J'ai adopté, pour un élément composé des deux liquides L_1 et L_2, la disposition suivante qui est représentée par la *fig.* 1 : le liquide L_1 remplit deux siphons *mn* et *pq* dont les branches *m* et *p*, fermées par un dia-

Fig. 1.



phragme en parchemin végétal, plongent respectivement dans les tubes à réaction A et B contenant le liquide L_2 ainsi que le siphon *rs* qui les met en communication; les branches *n* et *q*, ouvertes, communiquent avec le liquide L_1 des tubes C et D dans lesquels plongent deux électrodes α et β. Les tubes B, C, D sont maintenus dans la glace fondante, tandis que le tube A est porté à différentes températures. Les liquides L_1 et L_2 ont été préalablement bouillis et, dans le tube A, L_2 est protégé contre l'évaporation par une couche de paraffine.

» Dans chacune de mes expériences, j'ai employé dix éléments réunis en tension; à cet effet, le siphon *mn* d'un élément communique avec le

(¹) *Comptes rendus*, séance du 14 décembre 1891.

siphon *pq* du suivant par l'intermédiaire d'un tube à réaction contenant le liquide L_1.

» Dans une première expérience, L_1 est une solution renfermant 115gr de sulfate de zinc pour 100gr d'eau distillée, et L_2 une solution d'acide sulfurique au $\frac{1}{1000}$ en poids; les électrodes α et β sont deux tiges de zinc amalgamé. Les dix tubes A sont d'abord placés dans la glace fondante; on observe, dans ces conditions, une force électromotrice ε n'atteignant pas $\frac{1}{1000}$ de daniell, due à ce que les deux électrodes ne sont pas identiques. Les tubes A sont alors disposés au sein d'une grande masse d'eau contenue dans un bain-marie et constamment agitée. On chauffe, puis on éteint le feu et l'on observe la force électromotrice lorsque la température a atteint son maximum. On opère ainsi successivement à des températures croissantes; puis, à titre de contrôle, on refroidit ensuite, en substituant de l'eau froide à l'eau chaude du bain-marie.

» La force électromotrice des dix éléments en tension ainsi mesurée, exprimée en $\frac{1}{10000}$ de daniell et corrigée de la force électromotrice initiale ε, est inscrite dans le Tableau suivant en dessous de la température correspondante des contacts A; le sulfate de zinc froid est à l'extérieur le pôle positif.

t	16°,6	41°,9	62°,9	76°,6	54°,9	37°,7	25°,5
$E_0^t(L_1, L_2)$	48	150	325	545	233	122	62

» En portant en abscisses les températures et en ordonnées les forces électromotrices, on obtient la courbe (1), (*fig.* 2), qui affecte une forme parabolique.

» Voici, en second lieu, les résultats d'une expérience dans laquelle le liquide L_1 est le même que précédemment, tandis que L_2 est une solution de 30gr de sulfate de cuivre pour 100gr d'eau distillée. Le sulfate de zinc chaud est d'abord le pôle positif à l'extérieur.

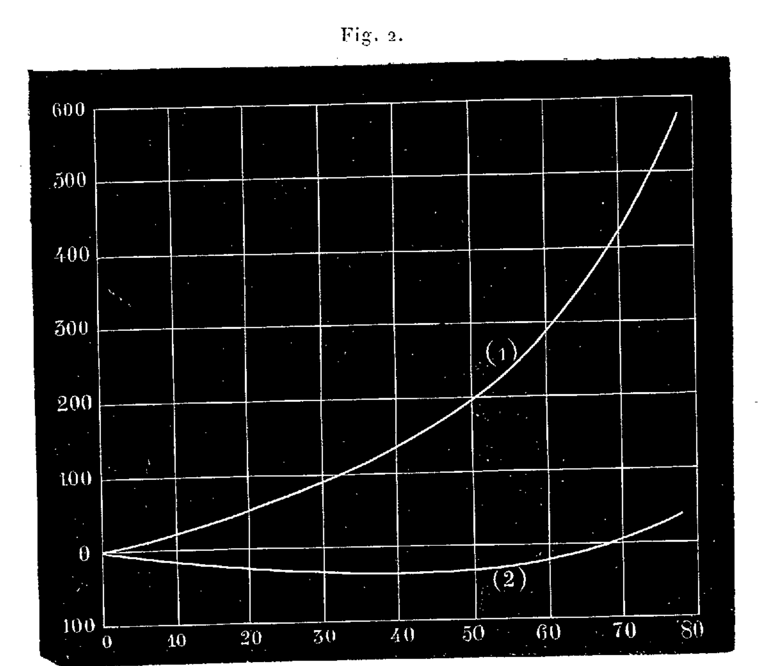
t	18°,3	38°,9	58°,5	74°,3	44°,7	29°,3
$E_0^t(L_1, L_2)$	−25	−31	−21	+22	−30	−31

» La courbe (2), (*fig.* 2), représente la marche de ce couple; on voit que la valeur absolue de la force électro-motrice croît d'abord, puis passe par un maximum vers 40°, et s'annule pour croître ensuite de nouveau, l'inversion ayant lieu vers 70°.

» Il résulte de ce qui précède que les phénomènes thermo-électriques

au contact de deux électrolytes présentent une marche analogue à celle qui a été observée pour la plupart des couples bi-métalliques. Dans le second

Fig. 2.



cas cité, en particulier, on observe une inversion entre des limites de température très rapprochées ([1]). »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Addition à la loi de la position des centres nerveux*. Note de M. **Alexis Julien**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Le 6 avril 1891 j'ai présenté à l'Académie, sur la *loi de la position des centres nerveux*, une Note, dont voici le résumé :

« Les principaux centres nerveux peuvent être réduits à trois types bien » distincts : ventral, dorso-ventral et dorsal. Chez les Rayonnés ils sont » *ventraux* comme les principaux organes sensoriels et locomoteurs ; chez » les Annelés et les Mollusques ils sont *dorsaux* comme les principaux

---

([1]) Ce travail a été exécuté au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy.

» organes sensoriels, et *ventraux* comme les principaux organes locomo-
» teurs; chez les Vertébrés ils sont *dorsaux* comme les principaux organes
» sensoriels et locomoteurs. *Il y a* donc *un rapport constant entre la position*
» *des principaux centres nerveux et celle des principaux organes sensoriels et*
» *locomoteurs*. »

» Or, de la comparaison des faits ci-dessus énumérés, il ressort clairement que les principaux centres nerveux sont toujours situés du même côté que les principaux organes sensoriels et locomoteurs, c'est-à-dire que le rapport existant entre la position des centres nerveux et celle des organes sensoriels et locomoteurs est à la fois constant *et direct*. Je propose donc d'introduire ces deux derniers mots dans ma première formule et de la compléter ainsi : *il y a un rapport constant* et direct *entre la position des principaux centres nerveux et celle des principaux organes sensoriels et locomoteurs*.

» J'ajouterai encore que *cette loi est vraie pour le Règne Animal tout entier :* car elle s'applique aussi aux Animaux, dont les centres nerveux, disséminés ou mal concentrés, ne sauraient se rattacher à aucun des trois types nettement définis (ventral, dorso-ventral et dorsal), sur lesquels j'ai établi ma démonstration. »

MINÉRALOGIE. — *Analyse d'une argile chromifère du Brésil*. Note de M. A. **Terreil**, présentée par M. Daubrée.

« Une très petite quantité de cette curieuse argile m'a été remise par M. Adolphe Brezet qui l'a trouvée au Tocantins au-dessus des chutes d'Alcobaços, près Cametà, au Brésil.

» Cette argile est d'un vert malachite, coloration due à du chrome; elle a l'aspect cireux; elle est très tendre et happe à la langue; elle se délite complètement dans l'eau en poudre verte; elle est très hydratée, et au chalumeau elle fond facilement en un émail de couleur chair; il paraît évident que, pendant cette fusion, l'oxyde vert du chrome se transforme en oxyde rouge ou rose, comme il en existe dans le rubis.

» Les bases qui entrent dans la composition de cette argile sont : l'alumine, le sesquioxyde de chrome, le peroxyde de fer, la chaux et la magnésie. Le peu de matière mis à ma disposition m'a empêché d'y constater la présence des alcalis et de les doser.

» Dans les dosages quantitatifs j'ai opéré la séparation de l'alumine, de l'oxyde de chrome et de l'oxyde de fer de la manière suivante : la matière

a été attaquée par de la potasse fondue, au creuset d'argent, et traitée à la manière ordinaire pour en séparer la silice; la liqueur acide provenant de cette séparation, et contenant toutes les bases, a été portée à l'ébullition avec un peu d'alcool pour ramener tout le chrome à l'état de sesquioxyde, puis précipitée par de l'ammoniaque. J'ai recueilli ainsi et pesé ensemble les trois bases qui ont été de nouveau attaquées par de la potasse et un peu d'azotate de potasse; le produit de cette dernière attaque a été repris par l'eau et tout est rentré en dissolution, à l'exception de l'oxyde de fer que j'ai recueilli. Après cette séparation, j'ai ajouté un léger excès d'azotate d'ammoniaque à la liqueur alcaline que j'ai maintenue presque à l'ébullition, tant qu'il y a eu dégagement d'ammoniaque et jusqu'à ce qu'elle devînt tout à fait neutre au papier de tournesol. Dans ces conditions toute l'alumine s'est précipitée et le chrome, resté seul en dissolution à l'état de chromate de potasse, a été précipité par l'azotate de mercure sous la forme de chromate de mercure, qui, une fois calciné, a laissé du sesquioxyde de chrome pur.

» Voici la composition que j'ai trouvée à cette argile :

Silice	46,20
Alumine	18,18
Oxyde de chrome	1,69
Oxyde de fer	0,92
Chaux	1,23
Magnésie	3,94
Eau	26,64
Total	98,80

» Il résulte de cette analyse, ainsi que des propriétés physiques de cette argile, que celle-ci peut être considérée comme une argile smectique contenant une certaine quantité d'oxyde de chrome. »

HYDROLOGIE. — *Sur les eaux et les vases des lacs d'Aiguebelette, de Paladru, de Nantua et de Sylans.* Note de MM. **L. Duparc** et **A. Delebecque**, présentée par M. Daubrée.

« Après les eaux du lac d'Annecy ([1]), nous avons analysé celles des lacs d'Aiguebelette, de Paladru, de Nantua et de Sylans, dont la description topographique a déjà été donnée ([2]).

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 248; 1892.
([2]) *Ibid.*, t. CXIV, p. 32; 1892.

» Les eaux ont été prises au milieu des lacs, à peu près à égale distance de la surface et du fond. Les eaux des affluents ont été étudiées également.

» Voici les résultats obtenus :

Lac d'Aiguebelette (26 août 1891).

Résidu sec : 0gr,1549 par litre.

SiO^2	0gr,0055
CaO	0,0708 = 0gr,1264 $CaCO^3$
MgO	0,0061 = 0,0130 $MgCO^3$
SO^4H^2	traces
Cl	traces (0,0005 au maximum).

Quantité totale de matières dissoutes contenues dans le lac : 25 799 369kg.

Affluents (août) : 0gr,1632 à 0gr,2546.

Lac de Paladru (5 août 1891).

Résidu sec : 0gr, 1682 par litre.

SiO^2	0gr,0042
CaO	0,0845 = 0gr,1509 $CaCO^3$
MgO	0,002 = 0,004 $MgCO^3$
Cl	traces — Na^2O traces

Pas d'acide sulfurique.

Quantité de matières dissoutes contenues dans le lac : 16 348 535kg.

Affluents (août) : 0gr,1722 à 0gr,2766.

Lac de Nantua (25 février 1892).

Résidu sec : 0gr,1810 par litre.

SiO^2	0gr,0032
CaO	0,0875 = 0gr,1545 $CaCO^3$
MgO	0,0071 = 0,0149 $MgCO^3$
SO^3	0,0042 = 0,0071 $CaSO^4$
Cl (par estimation)	0,0001

Quantité de matières dissoutes contenues dans le lac : 7 254 118kg.

Affluents (février) : 0gr,1644 à 0gr,1762.

Lac de Sylans (13 mars 1892).

Résidu sec : $0^{gr},1750$.

SiO^2	$0^{gr},0015$
CaO	$0,1710 = 0^{gr},1526$ $CaCO^3$
MgO	$0,0052 = 0,0109$ $MgCO^3$
SO^4	$0,0021 = 0,003$ $CaSO^4$
Cl	traces

Quantité de matières dissoutes contenues dans le lac : $835\,082^{kg}$.

Affluents (mars) : $0^{gr},162$ à $0^{gr},195$.

» Il reste à étudier si, comme pour les lacs Léman et d'Annecy, la composition des eaux est constante. Il paraît probable, d'après le rapport du débit des affluents au volume du lac, qu'elle varie extrêmement peu.

» Si l'on compare les eaux de ces lacs avec celles de leurs affluents, si l'on tient compte, d'autre part, d'après les expériences faites sur la Meuse, sur l'Arve ([1]) et sur les affluents du lac d'Annecy, que l'eau des rivières est plus chargée en hiver qu'en été, il semble que les eaux des lacs de Paladru et d'Aiguebelette doivent être moins riches que celles de leurs affluents prises dans leur composition moyenne, résultat analogue à celui trouvé pour le lac d'Annecy, que le contraire a lieu pour le lac de Nantua et que, pour le lac de Sylans, il y a à peu près équivalence. Nous avons admis ([1]) que l'appauvrissement des eaux des affluents, quand elles pénètrent dans les lacs, était dû principalement à une décalcification par la vie organique. Or cette vie existe dans les lacs de Nantua et de Sylans aussi bien que dans les autres lacs et contribue à appauvrir les eaux qui s'y jettent; mais il est possible que l'évaporation, qui paraît être très active dans certaines vallées du Jura, compense, et même au delà, par la concentration qu'elle produit, les effets de la vie organique.

» Nous avons analysé aussi un grand nombre d'échantillons des vases de ces lacs, avec la collaboration assidue de MM. E. Ritter et J. Jequier.

» La silice, les silicates et le carbonate de chaux représentent au moins les 90 pour 100 des éléments constitutifs de ces vases. Le fer, l'alumine, ainsi que la magnésie s'y trouvent dans la proportion de 1 à 5 pour 100. Les pertes (eau et matières organiques) varient de 2 à 7 pour 100.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 235; 1891.

([1]) *Ibid.*, t. CXIV, p. 248; 1892.

» Les vases du lac de Paladru renferment de 7,15 à 27,15 pour 100 de résidu insoluble (silice et silicates); celles du lac de Nantua de 6,90 à 33,80 pour 100; celles du lac de Sylans de 8,35 à 24,20 pour 100; celles du lac d'Aiguebelette de 31,30 à 76,95 pour 100. »

M. **J.-E. Estienne** adresse une Note relative au nombre des nombres premiers inférieurs à une limite donnée.

Sa formule suppose connus tous les nombres premiers inférieurs à une limite p_n; il en déduit le nombre des nombres premiers inférieurs à p_{n+1}^2, p_{n+1} désignant le nombre premier supérieur à p_n. En supposant $p_n = 97$, la formule indique 1252 nombres premiers inférieurs à 10201.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 mars 1892.

(*Suite.*)

Anuario del Observatorio de la Plata. Buenos-Aires, Jacobo Peuser, 1892; in-16.

Іован Ђак ІЕПАН ВИОТРАфСКИ ЗАПИС М. Б. Мидићевића, у Веограду, 1891; in-16.

Memoria de la Faculdad de Medicina de Zaragoza. Curso de 1889-90. Zaragoza, 1891; in-8°.

Dare de seama a serviciului chirurgical din spitalul central al armatei romane pe anul 1890 *de Dul* A. Demosten. Bucuresci, 1891; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

El paramillo de Supallata, por German Ave Lallemant, ingeniore de minas. Buenos-Aires, 1890; broch. gr. in-8°.

L. A. Ferrai. — *Il desitu urbis Mediolanensis e la chiesa Ambrosiana nel secolo X*. Roma, Forzani, 1892; broch. in-8°.

R. Osservatorio astronomico di Brera in Milano. Osservazioni meteorologiche eseguite nell' anno 1891 col riassunto composto sulle medesime, da E. Pini; broch. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 MARS 1892.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. Mascart; année 1890. — II. *Observations*. — III. *Pluies en France*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Œuvres de Lavoisier, tome V, publiées par les soins du Ministre de l'Instruction publique. Paris, Imprimerie nationale, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Troost.)

L'année scientifique et industrielle, par Louis Figuier, année 1891. Paris, Hachette, 1892; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Exposition universelle internationale de 1889 à Paris. — Rapports du Jury international publiés sous la direction de M. Alfred Picard. *Groupe de l'économie sociale*. 1re Partie, 2e fascicule. — Classe 75 : *Viticulture*, rapport de M. Georges Couanon. Paris, Imprimerie nationale; 1891. 3 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société astronomique de France, 5e année, 1891. Paris, 1891; gr. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année 1891. T. IV, 5e et dernière Partie. Paris, 1891-92; in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Alfred Potier, Ingénieur en chef des Mines, Professeur de Physique à l'École Polytechnique.

Mémoires de la Société d'émulation de Montbéliard, XXIIe vol. Montbéliard, 1891; gr. in-8°.

Études sur les formules d'interpolation, par R. Radau. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; in-8°

Ministère des Travaux publics. — Répertoire graphique définissant les emplacements et altitudes des repères; 2e livraison : *Opérations effectuées pendant les campagnes de 1887 et* 1888. Paris, Marchadier, 1891; in-4°.

Le climat de Rio de Janeiro, par L. Cruls, Directeur de l'Observatoire de Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1892; in-4°.

Un Papagallo delatore, farsa di Fernando Triscorina. Carrara, 1891; in-18.

Register of the University of California 1891-92; in-12.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 2 MAI 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Le mouvement des êtres microscopiques analysé par la Chronophotographie.* Note de M. **Marey.**

« L'appareil analyseur du mouvement, dont j'ai montré les applications à l'étude de l'homme et des animaux de grande taille, permet aussi d'obtenir les chronophotographies des petits êtres qui se meuvent dans le champ du microscope. Il suffit pour cela de substituer à l'objectif ordinaire une pièce spéciale qui renferme un objectif microscopique, une platine porte-objet et un puissant condensateur de lumière (1).

» Cette disposition m'a donné des images fort nettes des mouvements

(1) Ce dispositif est décrit et figuré dans un article publié en novembre dans la *Revue générale des Sciences*.

des globules du sang dans les capillaires et en dehors de ces vaisseaux; sur les tissus végétaux j'ai obtenu également les mouvements des zoospores à l'intérieur des cellules d'un Cladophora et leurs migrations au dehors.

» Les figures que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie et que les procédés actuels de la photogravure ne permettent pas de reproduire dans les *Comptes rendus* ont été prises avec un agrandissement de 800 diamètres. Des objectifs spéciaux permettront, j'espère, d'obtenir des grossissements plus grands encore.

» Sur ces chronophotographies, les mouvements, leur nature et leur vitesse se déduisent des changements de position que les objets présentent dans les images successives. Cette détermination, quoique très précise puisqu'elle permet de connaître la fraction de millième de millimètre dont l'objet s'est déplacé à chaque dixième de seconde, parle cependant plus à l'esprit qu'aux sens.

» Mais il est possible de donner à l'œil la sensation du mouvement véritable, en projetant successivement ces images sur un écran, au moyen d'un appareil que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie dans une prochaine séance. Cet appareil est basé sur les propriétés de l'analyseur; je le nomme *projecteur chronophotographique*. Il permet de montrer à un nombreux auditoire les mouvements d'objets de toute nature dont on a recueillis par la Chronophotographie les images successives. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire d'Anthropologie actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné au choix du premier candidat :

M. Hamy obtient l'unanimité des suffrages.

Au second tour de scrutin, destiné au choix du second candidat :

M. Verneau obtient l'unanimité des suffrages.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . . M. **Hamy**.
En seconde ligne . . . . . . M. **Verneau**.

MÉMOIRES PRESENTÉS.

M. **Alessandro Lissenco** soumet au jugement de l'Académie plusieurs Mémoires relatifs à diverses questions de Mathématiques.

(Renvoi à l'examen de M. Poincaré.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Swift (mars 6), Denning (mars 18) et Winnecke, faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé;* par MM. **Rambaud** et **Sy**, communiquées par M. Mouchez.

Dates 1892.		Étoile.	Gr.	Astre — Étoile. ΔR.	Astre — Étoile. ΔD.	Nombre de compar.	Obs.
		Comète Swift.					
Avril 13 (1).	*a*	W_1 XXI^h, n° 826	9,0	$-0^m.50^s,08$	$-7'.56'',2$	8: 8	R
13....	*a*	Id.	»	−0.48,76	− 7.35,9	10:10	S
16....	*b*	W_1 XXI, n° 1059	8,0	−0.57,31	+ 0.33,4	20:20	S
20....	*c*	Lamont, n° 2920	10	−0. 6,64	+ 8.50,6	16:10	R
20....	*d*	Lamont, n° 2921	9,0	−0. 5,38	+13.42,6	16:10	S
		Comète Denning.					
Avril 20....	*e*	B.B. t. VI + 58, n° 356	8	−0.12,51	− 9.35,3	12:10	R
20....	*e*	Id.	»	−0. 6,55	− 9.50,6	12:12	S
22....	*f*	B.B. t. I, zone 52, n° 159	8,9	+0.15,49	+ 6.54,5	20:10	R
22....	*f*	Id.	»	+0.23,09	+ 6.39,5	8:10	S
23 (2).	*g*	B.B. t. VI + 58, n° 431	8,4	+0. 1,03	−34.52,3	20:10	S
23....	*g*	Id.	»	+0. 5,28	−35. 0,0	20:10	R
25....	*h*	Gotha-Hels., n° 2272	9,0	−2.45,02	+ 1.40,1	12:12	R
25....	*h*	Id.	»	−2.39,95	+ 1.28,8	10:16	S

(1) La comète Swift a été observée au télescope Foucault.

(2) On a dû prendre deux étoiles anonymes intermédiaires.

Dates 1892.		Étoile.	Gr.	Astre — Étoile. ΔR.	Astre — Étoile. ΔD.	Nombre de compar.	Obs.

COMÈTE WINNECKE.

Dates 1892.		Étoile.	Gr.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.	Obs.
				m s	′ ″		
Avril 20....	*i*	W_2 XI^h, nº 997	9,0	−0.28,89	− 0. 7,8	22:10	R
20....	*i*	Id.	»	−0.33,95	+ 0.21,5	20:14	S
22....	*j*	W_2 XI^h, nº 878	9,0	+1.23,14	−10.42,9	10: 8	R
25....	*j*	W_2 XI, nº 836	8,0	−1.24,46	+ 2.57,7	18:12	S
25....	*k*	Id.	»	−1.27,19	+ 3.10,7	18:12	R
26....	*l*	W_2 XI, nº 716	9,0	+2.55,60	− 2.53,4	15:10	S
26....	*l*	Id.	9,0	+2.54,17	− 2.42,3	14:10	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.		Ascension droite moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités
		h m s	s	° ′ ″	″	
Avril 13.....	*a*	21.36.20,76	−0,58	+ 5.55.48,9	−12,7	W_1
16.....	*b*	21.46.36,75	−0,57	+ 8.34.30,3	−12,8	W_1
20.....	*c*	21.59.24,30	−0,56	+12. 6.13,7	−13,1	Lamont
20.....	*d*	21.59.25,38	−0,56	+12. 1.56,7	−13,0	Id.
20.....	*e*	1.55. 3,29	−2,95	+59. 9.58,9	− 1,2	B. B. t. VI
22.....	*f*	2. 4.36,61	−2,89	+58.31.40,0	− 0,8	B. B. t. I
23.....	*g*	2. 9.49,08	−2,92	+59. 2. 6,4	− 0,5	B. B. t. VI
25.....	*h*	2.21.57,35	−2,76	+58. 1.27,7	+ 0,1	Gotha-Helsing.
20.....	*i*	11.52.47,13	+1,91	+42.26. 0,2	+ 2,8	W_2
22.....	*j*	11.47. 4,10	+1,89	+43. 1.39,1	+ 2,8	W_2
25.....	*k*	11.44.25,19	+1,86	+43.19.24,3	+ 3,7	W_2
26.....	*l*	11.38.21,41	+1,82	+43.34. 0,7	+ 4,4	W_2

Positions apparentes des comètes.

Dates 1892.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.

COMÈTE SWIFT (mars 6).

Dates 1892.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 13.....	16. 8.44	21.35.30,10	$\bar{1},610_n$	+ 5.47.40,0	0,689
13.....	16.16.58	21.35.31,42	$\bar{1},600_n$	+ 5.48. 0,3	0,687
16.....	14.33.25	21.45.38,87	$\bar{1},676_n$	+ 8.34.50,9	0,706
20.....	15.55.23	21.59.17,10	$\bar{1},628_n$	+12.14.51,2	0,647
20.....	16. 9.44	21.59.19,44	$\bar{1},613_n$	+12.15.26,3	0,639

Dates 1892.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		Comète Denning (mars 18).			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 20	8.26.32	1.54.47,83	$\bar{1}$,864	+59. 0.22,4	0,807
20	8.55.44	1.54.53,79	$\bar{1}$,816	+59. 0. 7,1	0,845
22	9.10.44	2. 4.49,21	$\bar{1}$,786	+58.38.33,7	0,860
22	9.45. 9	2. 4.56,81	$\bar{1}$,702	+58.38.18,7	0,892
23	9.30.19	2. 9.47,19	$\bar{1}$,741	+58.27.13,6	0,879
23	9.52.29	2. 9.51,44	$\bar{1}$,681	+58.27. 5,9	0,898
25	9.49.10	2.19. 9,57	$\bar{1}$,689	+58. 3. 7,9	0,894
25	10.17. 7	2.19.14,64	$\bar{1}$,596	+58. 2.56,6	0,914
		Comète Winnecke.			
Avril 20	10.10.56	11.52.20,15	$\bar{2}$,661	+42.25.55,2	$\bar{1},947_n$
20	11. 6.27	11.52.15,09	$\bar{1}$,298	+42.26.24,5	$\bar{1},821_n$
22	11.37. 9	11.48.29,13	$\bar{1}$,491	+42.50.59,0	$\bar{1},569_n$
25	11. 8.36	11.43. 2,59	$\bar{1}$,453	+43.22.25,7	$\bar{1},744_n$
25	11.43.32	11.42.59,86	$\bar{1}$,568	+43.22.38,7	$\bar{1},256_n$
26	10. 6. 9	11.41.18,83	$\bar{1}$,117	+43.31.11,7	$\bar{1},990_n$
26	10.33.30	11.41.17,40	$\bar{1}$,315	+43.31.22,8	$\bar{1},910_n$

» La comète de Winnecke, malgré sa faiblesse extrême, a pu être observée à l'équatorial coudé de $0^m,318$. La partie la plus intense de la nébulosité est ronde, d'environ 2′ de diamètre, avec un point brillant central qui apparaît par éclats; mais la nébulosité semble s'étendre à une très grande distance au delà. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation des fonctions de très grands nombres.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Tisserand.

« L'objet de la présente Communication est d'établir la belle méthode de M. Darboux, relative à l'approximation des fonctions de grands nombres (*Journal de Mathématiques*, 1878), à l'aide des principes suivants :

» Lemme I. — *Le coefficient de z^n dans le développement de $(z-a)^h$, pour n très grand, est de l'ordre de $\frac{1}{R^n}\frac{1}{n^{1+h}}$, en posant* $R=|a|$.

» Cette proposition est susceptible d'une démonstration élémentaire.

» LEMME II. — *Si* R *est l'affixe d'un point de l'axe des* x *intérieur au cercle de convergence d'une fonction* $G(t)$, *la considération des dérivées successives de* $G(t)$ *montre que le coefficient de* t^n, *dans le développement de cette fonction, peut s'exprimer par la formule* $\frac{\eta}{R^n}\frac{1}{n^p}$, η *tendant vers zéro, quel que soit l'entier positif et fini* p, *lorsque* n *augmente indéfiniment.*

» La méthode de M. Darboux, à laquelle M. Flamme a donné une grande extension dans sa Thèse (Paris, Gauthier-Villars, 1887), repose sur le théorème suivant :

» *Soient* $F(z)$ *une fonction développable par la série de Laurent entre deux cercles de rayons* R *et* r $(R > r)$ *et* M_n *le coefficient de* z^n. *Admettons qu'il existe sur la circonférence* (R) *un point singulier* a, *dans le domaine duquel*

$$(1)\qquad \begin{cases} F(z) = \varphi(z) + H_1(z-a)^{h_1} + H_2(z-a)^{h_2} + \ldots \\ \qquad + H_q(z-a)^{h_q} + (z-a)^h\psi(z); \end{cases}$$

h *étant positif, non entier et supérieur aux nombres* $h_1, h_2, \ldots, h_q$; *les coefficients* H *désignant des constantes,* $\varphi(z)$ *une fonction holomorphe autour de* a *et* $\psi(z)$ *une fonction finie dans le domaine de* a. *Dans ces conditions, le coefficient* M'_n *de* z^n *dans la fonction*

$$(2)\qquad F_1(z) = H_1(z-a)^{h_1} + H_2(z-a)^{h_2} + \ldots + H_q(z-a)^{h_q},$$

diffère de M_n *d'une quantité de l'ordre de* $\frac{1}{R^n}\frac{1}{n^{1+h}}$.

» Il faut établir que l'intégrale

$$(3)\qquad I = 2i\pi(M_n - M'_n) = \int \frac{F(z) - F_1(z)}{z^{n+1}}\,dz,$$

prise le long d'une circonférence comprise entre (R) et (r), est de l'ordre de $\frac{1}{R^n}\frac{1}{n^{1+h}}$. On peut prendre pour nouveau chemin d'intégration une circonférence (ρ) de rayon $\rho > R$, à la condition : 1° de choisir $\rho - R$ assez petit, tout en étant fini, pour n'introduire à l'intérieur de (ρ) que le point singulier a de $F(z)$; 2° d'adjoindre à (ρ) un lacet (A) construit de façon à laisser le point a en dehors du contour fermé suivi par la variable. Nous supposerons le lacet composé d'une circonférence (c) de rayon infiniment petit, décrite autour de a, et d'un chemin rectiligne double, de longueur $\rho - R$, dirigé dans le sens du rayon qui joint l'origine au point a.

» La fonction $G(t) = \int \frac{F(z) - F_1(z)}{z - t}$, où l'intégrale est prise le long de la circonférence (ρ) à partir du lacet, est holomorphe à l'intérieur de cette

circonférence. Le second lemme montre dès lors que la partie de l'intégrale I relative à la circonférence (ρ) est négligeable vis-à-vis de $\frac{1}{R^n}\frac{1}{n^{1+h}}$. Tenant compte des formules (1) et (2) et observant que $\frac{\varphi(z)}{z^{n+1}}$ est holomorphe à l'intérieur du lacet (A), l'intégrale à évaluer se réduit à $I = \int_{(A)} \frac{(z-a)^h}{z^{n+1}} \psi(z)\,dz$, prise le long du lacet; et comme h est positif et la circonférence (c) infiniment petite, la portion de l'intégrale qui correspond à cette circonférence est infiniment petite.

» Soient ω l'argument de a et v une variable réelle. La partie de l'intégrale I qui reste à calculer est prise le long du double chemin rectiligne; on trouve pour sa valeur, après un changement de variable facile,

$$(4)\quad I = -\frac{e^{ih\omega}}{e^{in\omega}}\int_R^\rho \frac{v^h}{(R+v)^{n+1}}\psi(a+ve^{i\omega})\,dv + \frac{e^{ih(\omega-2\pi)}}{e^{in\omega}}\int_R^\rho \frac{v^h}{(R+v)^{n+1}}\psi[a+ve^{i(\omega-2\pi)}]\,dv.$$

$\frac{v^h}{(R+v)^{n+1}}$ est une fonction réelle et positive de v. Grâce à cette circonstance on peut faire sortir la fonction ψ des signes $\int$, en s'appuyant sur un théorème bien connu de M. Darboux. L'ordre de grandeur de I dépend finalement de celui de l'intégrale $J = \int_R^\rho \frac{v^h\,dv}{(R+v)^{n+1}}$. Appelons I' ce que devient I lorsque l'on substitue $(z-a)^h$ à $F(z) - F_1(z)$ dans l'équation (3). En vertu du premier lemme, I' est de l'ordre de $\frac{1}{R^n}\frac{1}{n^{1+h}}$. D'autre part, la formule (4) donne, en y remplaçant ψ par 1, $I' = \frac{e^{ih\omega}(e^{-i2\pi h}-1)}{e^{in\omega}} J$. Le coefficient de J est fini et différent de zéro, donc J est de l'ordre de I', c'est-à-dire de $\frac{1}{R^n}\frac{1}{n^{1+h}}$. C. Q. F. D.

» Lorsqu'il y a plusieurs points singuliers sur la circonférence (R), le même mode de raisonnement subsiste; toutefois la fonction (2) doit être remplacée par la somme des fonctions telles que $F_1(z)$ relatives à ces points singuliers.

» Le calcul du coefficient de $\frac{1}{z^n}$ se ramène au précédent en changeant z en $\frac{1}{z}$.

» Légèrement modifiée, la même marche conduit à la valeur asymptotique des intégrales $\int \frac{f(z)}{z^n}\,dz$, $\int f(z) z^n\,dz$ prises le long d'un contour

quelconque, sous certaines conditions qui ont été énoncées par M. Flamme. A ces intégrales se rattachent celles de la forme $\int f(z)\varphi^n(z)\,dz$. »

MÉCANIQUE. — *Du tautochronisme dans un système matériel.* Note de M. **Paul Appell**, présentée par M. Darboux.

« 1. Le problème général des brachistochrones, pour des systèmes matériels à liaisons indépendantes du temps soumis à des forces dérivant d'un potentiel, peut se ramener au problème général de la Dynamique, comme il résulte du principe de la moindre action. Ce problème général des brachistochrones a, d'ailleurs, été traité en détail par M. Pennachietti (*Comptes rendus des séances de la Société mathématique de Palerme*, t. VI, p. 52). Nous nous proposons d'indiquer ici la solution générale du problème des tautochrones sous l'action de forces ne dépendant que de la position du système.

» Imaginons un système, à liaisons indépendantes du temps, sollicité par des forces connues : supposons que la position du système soit définie par k paramètres $q_1, q_2, \ldots, q_k$, géométriquement indépendants. Le problème à résoudre est le suivant :

» *Quelles nouvelles liaisons, au nombre de $k-1$, faut-il imposer au système pour que le système à liaisons complètes ainsi obtenu soit* TAUTOCHRONE, *c'est-à-dire mette le même temps à revenir à une position déterminée quelle que soit la position initiale dans laquelle on l'abandonne à lui-même sans vitesse.*

» 2. Considérons d'abord un système à liaisons complètes dont la position dépend d'un paramètre q. La force vive a pour expression

$$2T = \varphi(q)\left(\frac{dq}{dt}\right)^2;$$

et la somme des travaux virtuels des forces directement appliquées est

$$\Sigma(X\,\delta x + Y\,\delta y + Z\,\delta z) = Q\,dq.$$

» L'équation du mouvement est alors

$$dT = Q\,dq.$$

Changeons de paramètre en posant

$$\sqrt{\varphi(q)}\,dq = ds, \qquad q = \psi(s),$$

le nouveau paramètre s étant défini à une constante additive près. Alors

$$2T = \left(\frac{ds}{dt}\right)^2, \qquad Q\,dq = S\,ds,$$

et l'équation du mouvement devient

$$d\left[\frac{1}{2}\left(\frac{ds}{dt}\right)^2\right] = S\,ds, \qquad \frac{d^2s}{dt^2} = S.$$

» Pour qu'il y ait tautochronisme, il faut et il suffit que S soit de la forme $-\mu s$, μ étant une constante positive. La position particulière que le système atteint toujours dans le même temps est alors celle qui correspond à $s = 0$; c'est une position d'équilibre stable.

» 3. Prenons maintenant le cas général où la position du système dépend de k paramètres $q_1, q_2, \ldots, q_k$. On a

$$2T = \sum_{ij} a_{ij} q'_i q'_j \qquad (a_{ij} = a_{ji}),$$

$$\Sigma(X\,\delta x + Y\,\delta y + Z\,\delta z) = Q_1\,\delta q_1 + Q_2\,\delta q_2 + \ldots + Q_k\,\delta q_k.$$

» Introduisons de nouvelles liaisons, actuellement inconnues, rendant le système à liaisons complètes et tautochrone : on peut toujours supposer alors $q_1, q_2, \ldots, q_k$ exprimés en fonction d'un paramètre q; l'équation unique du mouvement est

$$dT = Q_1\,dq_1 + Q_2\,dq_2 + \ldots + Q_k\,dq_k.$$

» D'après ce qui précède, si l'on introduit la variable s définie par

(1) $$\sqrt{\Sigma a_{ij}\,dq_i\,dq_j} = ds,$$

on devra avoir

(2) $$Q_1\,dq_1 + Q_2\,dq_2 \ldots + Q_k\,dq_k = -\mu s\,ds.$$

» Réciproquement, si l'on a trouvé des fonctions $q_1, q_2, \ldots, q_k$ de s, vérifiant ces deux relations (1) et (2), le système proposé devient un système à liaisons complètes dont la position dépend du seul paramètre s; et ce système est tautochrone.

» Comme on n'a que deux relations pour déterminer $q_1, q_2, \ldots, q_k$ en fonction de s, on doit, en outre, se donner arbitrairement $(k-2)$ relations compatibles entre $q_1, q_2, \ldots, q_k$ et s. On peut, par exemple, choisir ces relations complémentaires comme il suit. Imaginons un autre système de forces $X^{(i)}$, $Y^{(i)}$, $Z^{(i)}$ appliquées au système matériel primitif et donnant

lieu au travail virtuel total

$$Q_1^{(i)}\delta q_1 + Q_2^{(i)}\delta q_2 + \ldots + Q_k^{(i)}\delta q_k.$$

» Assujettissons le système matériel transformé en système à liaisons complètes à posséder aussi la propriété du tautochronisme à l'égard des nouvelles forces, la position de tautochronisme correspondant encore à $s = 0$. On devra avoir

$$(3) \qquad Q_1^{(i)}dq_1 + Q_2^{(i)}dq_2 + \ldots + Q_k^{(i)}dq_k = -\mu_i s\, ds,$$

μ_i étant une constante positive. Imposons au système la même condition à l'égard de $(k-2)$ systèmes de forces $(i = 1, 2, \ldots, k-2)$, nous aurons k équations (1), (2) et (3) déterminant $q_1, q_2, \ldots, q_k$ en fonction de s.

» Si, pour tous ces systèmes de forces, il existe des potentiels, les équations (2) et (3) s'intègrent immédiatement, et le problème s'achève par l'intégration d'une équation du premier ordre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les lois de l'électrolyse.* Note de M. **A. Chassy**, présentée par M. Lippmann.

« Quand on électrolyse une substance de formule complexe M^pR^q, M désignant un radical électropositif et R un radical électronégatif, on sait, d'après Ed. Becquerel, qu'il se dégage 1 équivalent du radical R et $\frac{p}{q}$ équivalent du radical M, pendant que dans le même circuit il se dégage 1 équivalent d'hydrogène d'un voltamètre à eau. Cependant, d'après G. Wiedemann et plusieurs autres physiciens, cette loi présente un certain nombre d'exceptions, car, pour plusieurs sels, il se dégage $\frac{q}{p}$ équivalent du radical R et 1 équivalent de l'autre radical, toujours dans les mêmes conditions.

» Je proposerais de remplacer ces différents énoncés par une loi unique satisfaisant à tous les cas déjà connus et à quelques cas indiqués plus loin et qui n'avaient pas encore été étudiés. Pour cela, il faut d'abord définir ce que j'appellerai quantités correspondantes d'hydrogène et de radical électropositif. Dans la formule M^pR^q, remplaçons M^p par une certaine quantité d'hydrogène H^x, de façon à obtenir un composé hydrogéné connu et nettement défini (cette opération peut toujours se faire sans ambiguïté). Les quantités M^p et H^x seront dites quantités correspondantes. Ainsi, dans Fe^2Cl^3, on peut remplacer Fe^2 par H^3; donc $\frac{2}{3}$ Fe est ici la

quantité correspondante à H. Dans FeCl, on peut remplacer Fe par H; donc, dans ce sel, Fe est la quantité correspondante à H. De même, dans un phosphate de soude quelconque, par exemple $3NaO, PhO^5$, on peut remplacer Na par H; donc, dans tout phosphate de soude, Na et H sont des quantités correspondantes (il en est de même évidemment dans tous les sels de soude). Pour obtenir les quantités correspondantes, il n'est pas nécessaire de connaître la formule qui correspond à la molécule électrolytique : ainsi, que la formule du chlorure ferrique soit Fe^2Cl^3 ou Fe^4Cl^6, la quantité de fer correspondant dans ce sel à 1 équivalent d'hydrogène est toujours la même. La détermination des quantités correspondantes est donc indépendante de toute théorie. On voit aussi que l'expression de quantités équivalentes serait peut-être préférable si elle n'était pas déjà employée dans un autre sens. Nous supposerons dans tout ce qui va suivre qu'on détermine chaque fois la quantité d'électrolyte décomposée pendant que, dans le même circuit, s'est dégagé 1 équivalent d'hydrogène ou de cuivre d'un voltamètre à eau ou à sulfate de cuivre. Ceci étant dit, voici la loi que je propose.

» *Lorsqu'on électrolyse une substance quelconque il se dégage toujours 1 équivalent d'hydrogène ou la quantité correspondante du radical électropositif.*

» Je vais montrer d'abord que cette loi s'applique à tous les cas connus et concorde avec les énoncés de Becquerel et de Wiedemann, aussi bien qu'avec celui de Faraday relatif aux composés de formule simple MR. D'après cette loi, il doit se dégager Fe du chlorure ferreux et $\frac{2}{3}$Fe du chlorure ferrique, Hg et 2Hg des sels mercuriques et des sels mercureux, $\frac{1}{5}$I de l'acide iodique. C'est justement ce qui se produit d'après les lois de Faraday et de Becquerel. De même, toujours d'après la loi que j'indique, il doit se dégager 1 équivalent des phosphates, citrates et chromates alcalins, des acétates de cuivre neutre et basique. En effet, ces cas rentrent dans les exceptions de Wiedemann.

» Cette loi s'applique aussi à l'électrolyse d'un certain nombre de substances non encore étudiées à ce point de vue par suite de réactions secondaires trop complexes. Voici comment j'opère pour tenir compte de ces perturbations. Considérons un composé M^pR^q; il s'agit de connaître les quantités des deux radicaux dégagées aux électrodes. Pour cela j'emploie un dispositif souvent utilisé. Je place la solution dans deux vases, réunis par un siphon rempli du même liquide et j'emploie des électrodes de platine. Considérons par exemple, le vase renfermant la cathode. Il contient une certaine quantité du corps M^pR^q et en plus une certaine quantité du

corps M (ces deux substances ayant pu réagir pour former des composés secondaires). Donc, si l'on fait l'analyse quantitative nécessaire pour avoir les poids de toutes les substances contenues dans le vase considéré, on en déduira facilement par un calcul très simple la quantité du corps M dégagée par le courant.

» En faisant ainsi j'ai vérifié que le ferricyanure $Cy^6Fe^2K^3$ dégage K à la cathode et $\frac{1}{3}(Cy^6Fe^2)$ à l'anode. Déjà Hittorf avait montré que le cyanure Cy^3FeK^2 dont l'électrolyse produit moins de réactions secondaires donne K et $\frac{1}{2}(Cy^3Fe)$ conformément à la loi proposée. Dans le nitroprussiate de soude $Cy^5(AzO^2)Fe^2Na^2$, le symbole Na indique la quantité correspondante à H, car on connaît $Cy^5(AzO^2)Fe^2H^2$. Aussi ce sel dégage aux électrodes Na et $\frac{1}{2}[Cy^5(AzO^2)Fe^2]$.

» Et ainsi pour plusieurs autres substances étudiées. Je citerai seulement le cas curieux de l'azotate ferrique basique $Fe^2O^3, 2AzO^5$ préparé par la méthode de Scheurer-Kestner. Ce sel se décompose ainsi : $\frac{2}{3}$Fe et $\frac{1}{3}(2AzO^5 + 3O)$, toujours conformément à la loi que j'énonce. On voit qu'il ne se dégage à aucune électrode 1 équivalent de radical et que ce sel ne rentre par suite ni dans la loi de Becquerel, ni dans celle de Wiedemann; c'est une seconde sorte d'exception à la loi de Becquerel et qui montre l'avantage et la généralité de celle que j'indique. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau cas de dissolution anormale. Dissolutions saturées.* Note de M. **F. Parmentier**.

« Nous avons montré (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 686) que, dans la dissolution d'un solide dans un liquide, il arrive que, la dissolution du solide étant totale, il n'est pas possible d'obtenir, comme dans les cas connus, un mélange homogène, par l'addition d'une quantité quelconque de dissolvant. Nous avons fait voir que l'acide phosphomolybdique et l'acide silicomolybdique se dissolvent dans l'éther, mais que, l'éther étant en excès, ils ne se dissolvent que dans une proportion déterminée d'éther. Cette proportion varie avec la température, et elle est d'autant plus faible que la température est plus élevée. La solubilité de ces acides croît avec la température, les liquides étant saturés d'éther.

» Nous avons trouvé un nouvel exemple d'un fait pareil : c'est celui de l'éther bromuré dans l'éther.

» M. Schützenberger (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1511) a fait voir que,

si l'on ajoute du brome à de l'éther anhydre et refroidi, le brome semble se dissoudre. A un moment donné, il se produit une élévation de température, et le liquide se sépare en deux couches : l'une inférieure, fortement colorée; l'autre supérieure, à peu près incolore et formée d'éther presque pur. Le liquide inférieur, rapidement refroidi, abandonne un corps cristallisé répondant comme composition à la formule $(C^4H^{10}OBr^3)^2$, corps fusible vers 22°.

» M. Schützenberger a appelé ce corps *éther bromuré* et il a fait remarquer que la présence de traces d'éther en excès ou d'un liquide carburé diminue beaucoup la fusibilité de ce corps, et le maintient liquide à la température ordinaire.

» L'éther bromuré est en effet, d'après nos expériences, très soluble dans l'éther, et les solutions présentent ainsi au plus haut degré le phénomène de sursaturation.

» Si l'on ajoute à de l'éther bromuré solide de l'éther, il se dissout rapidement. Mais si l'on ajoute des quantités croissantes d'éther, il arrive un moment où l'excédent d'éther se sépare du liquide produit. Comme pour les acides phospho et silico-molybdiques, il y a réellement phénomène de dissolution. Les quantités d'éther saturant une solution varient avec la température. Mais, tandis que ces quantités vont en décroissant pour les acides que nous avons étudiés quand la température va en augmentant, elles croissent pour l'éther bromuré quand la température augmente. Nous avons là deux phénomènes de solubilité inverses, semblables à ceux qu'on observe pour les solutions saturées ordinaires, le solide étant en excès.

» On peut mettre rapidement ces faits en évidence en se servant de tubes étroits et un peu longs, ou mieux d'ampoules soudées à des tubes étroits dans lesquels on introduit une certaine quantité d'éther bromuré fondu. Si après avoir, par refroidissement, solidifié la matière, on ajoute aux cristaux produits de l'éther sec, on voit les cristaux se dissoudre rapidement. Vient-on à ajouter des quantités croissantes d'éther, il arrive un moment où l'excès d'éther ne se mélange plus au liquide coloré.

» Si l'on refroidit le liquide, on voit des gouttelettes d'éther se séparer du liquide inférieur et venir augmenter la masse supérieure. Si, au contraire, on laisse le système s'échauffer, il est possible, par l'agitation, d'incorporer une nouvelle quantité d'éther libre au liquide inférieur. Pour une température donnée, il y a constance entre les quantités de matière qui se dissolvent.

» Nous avons déterminé pour différentes températures les quantités d'éther bromuré dissoutes dans l'éther. Voici les résultats de nos analyses :

T.	Poids d'éther bromuré dissous dans 100 parties d'éther.
— 13°	632
0	561
+ 12	462
+ 22,5	302
+ 32	253

» On voit, d'après ces résultats que, en solutions saturées, la solubilité de l'éther bromuré en présence de l'éther décroît rapidement quand la température croît.

» Ces expériences demandent à être faites rapidement. En effet, quand on abandonne l'éther bromuré à lui-même, il se produit rapidement des produits de substitution, même à la température ordinaire, et la présence de ces produits trouble le phénomène. De nouvelles quantités d'éther peuvent être incorporées au mélange plus complexe ainsi produit et ces quantités augmentent avec le temps, ou encore avec la quantité de produits substitués formés.

» Jusqu'ici, dans l'étude des dissolutions des solides dans les liquides, on a toujours remarqué ce fait, que le déterminant de la saturation d'une solution est la quantité du solide qui intervient. La proportion du liquide à ajouter, une fois la solution produite, n'est pas limitée pour conserver un mélange homogène. La saturation de la solution étant obtenue, la solubilité est définie par le poids du solide dissous dans un poids donné du liquide, à une température donnée, le solide étant en excès.

» Pour les corps que nous avons étudiés et dans les conditions indiquées, c'est le poids du liquide qui limite la saturation et qui doit servir à définir la solubilité, le liquide étant en excès. Pour ces corps, les quantités de matières qui se dissolvent, le liquide étant en excès, sont tantôt croissantes, tantôt décroissantes quand la température varie comme dans le cas où le solide est en excès.

» De sorte que si nous voulons donner une définition des solutions saturées comprenant les divers cas de dissolution des solides dans les liquides, définition du reste qui s'applique à tous les cas de dissolution de corps quelconques jusqu'ici étudiés, nous pouvons adopter celle-ci :

» *Lorsque des corps peuvent, sans combinaison, donner un liquide homo-*

gène, la solution est dite saturee, quand l'un des corps, ajouté en excès à la solution, se sépare de cette solution. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche du fluor dans différentes variétés de phosphates naturels.* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« Profitant de la facilité relative avec laquelle peut se faire le dosage du fluor par la méthode que j'ai récemment décrite [1], j'ai entrepris de soumettre à l'analyse un certain nombre de matières fluorées d'origine minérale ou organique.

» La présente Note sera consacrée à la série des *phosphates minéraux :* apatites cristallisées ou en masses cristallines, phosphorites fibreuses, terreuses ou concrétionnées, phosphates de chaux sédimentaires, appartenant aux principaux étages géologiques, où est exploité cet amendement, si précieux pour l'agriculture.

1° Apatites.

» Les analyses d'apatites, avec dosage direct du fluor, ont exactement vérifié la formule théorique

$$Ca(Fl, Cl) + 3(PO^5 3CaO) \quad \text{ou} \quad Ca^5 O^{12} P^3 (Fl, Cl),$$

dans laquelle il peut y avoir substitution du chlore à une quantité équivalente de fluor et, en outre, remplacement d'un peu de chaux par de la magnésie ou de l'oxyde ferreux.

2° Phosphorites.

» Les phosphorites et les phosphates sédimentaires se trouvant mélangés de substances diverses, il n'y avait pas lieu d'en faire l'analyse complète. On s'est borné à déterminer avec précision l'*acide phosphorique* et le *fluor* (le chlore n'existant qu'à l'état de traces). Puis, afin de rapporter à un terme de comparaison unique, on a calculé, pour chaque échantillon, la proportion de fluor que devrait contenir une apatite de même teneur en acide phosphorique, mais exclusivement fluorée. Enfin, on a indiqué le *rapport* entre la quantité de fluor trouvée et la quantité calculée pour une apatite.

A. *Phosphorites fibreuses ou compactes.*

» I. Phosphorite fibreuse, blanche, de Cacerès (Espagne), veines dans le granite.

» II. Phosphorite fibreuse, blanche, avec parties jaunâtres, de Logrosan (Espagne), gisement dans les schistes cambriens.

---

[1] *Comptes rendus,* 28 mars 1892.

» III. Phosphorite semi-compacte, semi-concrétionnée, blanche, du Nassau, dans les calcaires dévoniens.

» IV. Phosphorite terreuse, mêlée de blanc et de brunâtre, de Baelen (Limbourg belge), à la limite du calcaire carbonifère.

	I.	II.	III.	IV.
Acide phosphorique	39,58	36,12	31,80	24,66
Fluor	3,45	3,16	2,46	1,98
Fluor calculé pour une apatite	3,52	3,22	2,84	2,19
Rapport	0,98	0,98	0,84	0,90

B. *Phosphorites concrétionnées*

provenant de gisements dans les calcaires oxfordiens du Quercy et dans les calcaires néocomiens du Gard.

» V. Concrétions à veines noir bleuâtre et grisâtres, cassure vitreuse; l'analyse montre des traces d'iode. Villeneuve (Aveyron).

» VI. C. à zones gris bleuâtre et gris clair; traces d'iode. Larnagol (Lot).

» VII. C. grises avec surfaces mamelonnées, brunes. Cahors (Lot).

» VIII. C. avec veines brunes et blanchâtres. Concols (Lot).

» IX. C. mamelonnées, avec veines grises et blanches. Caylux (Tarn-et-Garonne).

» X. C. très mamelonnées, veines jaunâtres et brunes. Quissac (Gard).

» XI. C. jaune verdâtre à cassure vitreuse. Djorf el Amar, commune de Nedrama, arrondissement de Tlemcen (Algérie).

	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Acide phosphorique	34,70	36,17	34,66	26,00	29,55	33,10	32,45
Fluor	1,09	1,38	0,40	0,18	0,11	0,05	0,11
Fluor calculé pour apatite	3,10	3,23	3,09	2,32	2,64	2,95	2,89
Rapport	0,35	0,43	0,13	0,08	0,04	0,02	0,04

» La comparaison de ces résultats d'analyses montre que :

» 1° Les phosphorites semi-cristallines à structure fibreuse (I, II) ont presque exactement la composition des apatites cristallisées;

» 2° Les phosphorites terreuses ou compactes et légèrement concrétionnées (III, IV) contiennent une moindre proportion de fluor;

» 3° Les phosphorites très nettement concrétionnées, zonées et à surfaces mamelonnées, (V à XI) ne renferment qu'une quantité très faible et parfois presque négligeable de fluor.

» La constance de ces caractères est telle, que je serais tenté d'attribuer à l'insuffisante proportion de fluor l'absence de cristallinité des phosphorites mamelonnées. Il semble que le rôle minéralisateur du fluor, si bien mis en évidence par les travaux de M. Daubrée pour les gîtes stannifères et les roches granitoïdes, se soit également manifesté dans la formation des phosphorites fibreuses et semi-cristallines.

3° PHOSPHATES SÉDIMENTAIRES.

» Les analyses suivantes se rapportent à des échantillons provenant de sept étages géologiques différents.

» I. Coprolithe brun noirâtre; terrain permien d'Autun (Saône-et-Loire).

» II et III. Masses blanchâtres et jaunâtres, d'aspect terreux, empâtant des fossiles; Lias inférieur. Semur (Côte-d'Or).

» IV. Nodules d'un vert sombre; sables verts inférieurs. Macheranénil (Ardennes).

» V. Nodules grisâtres, terreux; sables verts inférieurs. La Gibèrie (Aube).

» VI. Nodules noirâtres; sables verts inférieurs. Triaucourt (Meuse).

» VII et VIII. Coquilles phosphatées gris verdtâre, avec glauconie; sables verts. Bellegarde (Ain).

» IX. Nodules gris, à cassure compacte, d'un brun noirâtre; marne crayeuse au-dessus des sables verts supérieurs. Croix Saint-Hilaire (Ardennes).

» X. Nodules verdâtres; craie turonienne. Pernes en Artois (Pas-de-Calais).

» XI. Sables phosphatés; craie sénonienne à bélemnites. Beauval (Somme).

» XII. Masse crayeuse à grains jaunâtres. Craie phosphatée. Ciply, près Mons.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Acide phosphorique........	23,50	28,40	26,40	20,80	21,82	24,50
Fluor....................	2,00	2,05	2,14	1,78	1,87	2,10
Fluor calculé pour apatite...	2,10	2,53	2,35	1,85	1,95	2,18
Rapport..................	0,95	0,81	0,91	0,96	0,96	0,96

	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Acide phosphorique........	20,90	13,32	25,10	20,80	37,20	12,80
Fluor....................	2,12	1,41	2,21	1,76	3,26	1,08
Fluor calculé pour apatite...	1,86	1,19	2,24	1,85	3,32	1,15
Rapport..................	1,14	1,18	0,98	0,95	0,98	0,94

» Il résulte de cette série d'analyses que, dans presque tous les phosphates sédimentaires, la proportion de fluor est sensiblement égale à celle d'apatites d'égale teneur en phosphore.

» Par exception, il s'en trouve moins dans les phosphates de Semur, que leur aspect rapproche d'ailleurs de phosphorites terreuses du groupe précédent; d'autre part, les coquilles phosphatées de Bellegarde en renferment une proportion plus grande que l'apatite.

» Déjà précédemment, M. Henri Lasne avait analysé, avec beaucoup de soin et d'habileté, les phosphates de plusieurs gisements (Indre, Grandpré, Doullens et Mons) et il était arrivé à cette conclusion que les phosphates sédimentaires sont, en réalité, « des fluophosphates à composition dé-» finie, identique à celle de l'apatite, c'est-à-dire contenant 1 équivalent

» de fluor pour 3 équivalents de phosphore (¹) ». Mes analyses confirment entièrement les conclusions générales de M. Lasne.

» Quant à la genèse des fluophosphates, je me propose d'y revenir après avoir étudié la transformation subie par les ossements fossiles. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de petites quantités d'oxyde de carbone au moyen du protochlorure de cuivre.* Note de M. L. DE SAINT-MARTIN.

« On sait qu'une solution de protochlorure de cuivre dans l'acide chlorhydrique absorbe avidement l'oxyde de carbone. Ce fait a été reconnu et utilisé pour le dosage de ce gaz par M. F. Leblanc (²). Un peu plus tard, M. Berthelot (³) a obtenu un produit cristallisé répondant à la formule $3CO, 2Cu^2Cl + 7HO$. Ce composé est détruit par la chaleur et le gaz est entièrement dégagé par l'ébullition aidée du vide.

» En prenant pour point de départ ces faits bien établis, j'ai tenté, pour doser dans un mélange gazeux de petites quantités d'oxyde de carbone, d'agiter un volume déterminé et assez considérable de ce mélange avec la solution acide de chlorure cuivreux, et de concentrer de la sorte le gaz toxique dans ce réactif pour l'en extraire ensuite à chaud au moyen de la trompe de Sprengel. J'utilisais ainsi une méthode générale, décrite par M. Berthelot dans ses recherches sur la formation de l'hydrure d'éthylène au moyen du formène et surtout sur les carbures saturés, formés au moyen de l'acide iodhydrique, ainsi que par MM. Müntz et Aubin (⁴) pour le dosage de l'acide carbonique contenu dans l'air atmosphérique.

» Je me suis heurté, au début, à des difficultés pratiques assez sérieuses. Tandis, en effet, qu'une très petite quantité de potasse dépouille facilement une grande masse gazeuse de tout l'acide carbonique qu'elle contient, il s'en faut de beaucoup que la solution cuivreuse enlève en une fois à un volume notable d'air oxycarboné la totalité du gaz toxique qu'il peut renfermer.

» D'après M. Berthelot (⁵), la dissolution des gaz très solubles dans un

---

(¹) *Comptes rendus,* 30 juin 1890.
(²) F. LEBLANC, *Comptes rendus,* t. XXX, p. 488.
(³) M. BERTHELOT, *Ann. de Chim. et de Phys.,* 3ᵉ série; t. XLVI, p. 488.
(⁴) MUNTZ et AUBIN, *Comptes rendus,* t. XCVII, p. 1463; 1883.
(⁵) BERTHELOT, *Mécanique chimique,* t. II, p. 145.

liquide a lieu « en vertu d'une réaction chimique jointe à un phénomène » d'ordre physique ». C'est vraisemblablement le cas de l'oxyde de carbone pur mis en présence du réactif concentré.

» Mais lorsque le gaz est fortement étendu d'air, il paraît résulter de mes expériences préliminaires que la dissolution dans la solution cuivreuse se fait exclusivement selon la loi de Dalton et conformément aux formules absorptiométriques de Bunsen ([1]).

» Voici quelques exemples :

» I. Dans un ballon à robinet de verre d'une capacité de 1131^{cc},7, on a fait le vide à la trompe; puis on y a fait pénétrer d'abord 8^{cc},28 d'oxyde de carbone pur et ensuite de l'air en quantité suffisante pour remplir le ballon.

» On y a introduit aussitôt 50^{cc} de solution de protochlorure de cuivre dans l'acide chlorhydrique ([2]) et l'on a procédé à une agitation vigoureuse et prolongée capable d'épuiser l'action du réactif.

» Ce dernier, soumis ensuite dans l'appareil qui sera décrit plus bas à l'ébullition et au vide de la trompe de Sprengel, a fourni 7^{cc} à 8^{cc} d'un mélange gazeux renfermant exactement 4^{cc},39 d'oxyde de carbone pur ([3]), soit 52,3 pour 100 de la quantité introduite dans le ballon.

» II. On a préparé de la même façon un mélange d'un volume total de 1125^{cc},4 renfermant 9^{cc},12 d'oxyde de carbone, et on l'a agité à trois reprises différentes, chaque fois avec 25^{cc} de solution cuivreuse. Les trois fractions de réactif réunies dans l'appareil à dégagement ont fourni 7^{cc},01 d'oxyde de carbone, soit 76,8 pour 100 du volume de gaz mis en expérience.

» Il convient de remarquer que dans ces deux essais une partie du réactif, soit environ 20^{cc}, sert exclusivement à absorber l'oxygène des mélanges gazeux; mais il n'en reste pas moins un excès considérable disponible (30^{cc} dans le premier cas et 55^{cc} dans le second) et pourtant l'absorption de l'oxyde de carbone est loin d'être complète.

» Ces premiers chiffres démontrent que, dans le cas particulier où un mélange gazeux ne renferme qu'une faible proportion d'oxyde de carbone, le dosage de ce gaz au moyen du protochlorure de cuivre acide, tel qu'on le pratique généralement en faisant agir deux fois le réactif sur le gaz à analyser, donne des résultats trop faibles.

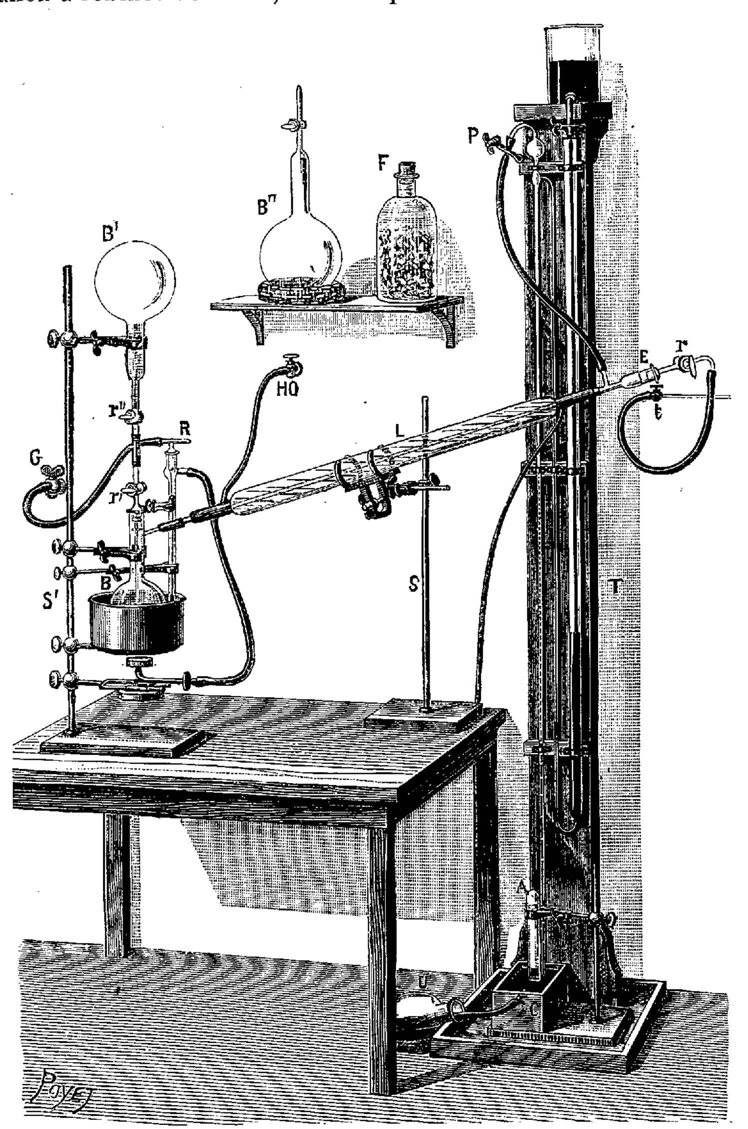
([1]) R. Bunsen, *Méthodes gazométriques*.

([2]) Cette solution s'obtient facilement en faisant digérer à froid 40^{gr} de tournure et 40^{gr} de bioxyde de cuivre dans 450^{gr} d'acide chlorhydrique. La liqueur décolorée peut absorber environ 25 fois son volume d'oxyde de carbone ou 12 fois son volume d'oxygène.

([3]) Tous les volumes de gaz sont estimés secs à 0° et à 760^{mm}.

» Je suis arrivé néanmoins au but que je poursuivais, à la suite de nombreux tâtonnements, en adoptant la marche suivante qui s'applique à des mélanges renfermant de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{10}{1000}$ d'oxyde de carbone.

» Un ballon à robinet de verre, d'une capacité de 1100^{cc} à 1200^{cc} successivement



soumis au vide de la trompe à eau et de la trompe de Sprengel, est rempli par aspiration de l'air à analyser. On y fait pénétrer en premier lieu 50^{cc} de liqueur cuivreuse; on agite vigoureusement, puis renversant le ballon, on le relie par un bout de tube

épais de caoutchouc avec le récipient de l'appareil à dégagement, appareil dans lequel le vide complet a été fait au préalable. Par un simple jeu de robinets on fait passer dans le récipient le réactif rassemblé dans le col du premier ballon.

» Cette opération est renouvelée quatre fois, la première avec 40^{cc} et les trois autres avec chacune 30^{cc} de la liqueur cuivreuse.

» Il ne reste plus qu'à extraire par le vide et l'ébullition les gaz emmagasinés dans le réactif.

» L'appareil employé dans ce but se compose d'un ballon récipient B, relié à la trompe de Sprengel T par l'intermédiaire d'un long réfrigérant de Liebig.

» La figure ci-dessus dispense d'une description détaillée. L'extraction des gaz se pratique en suivant la marche ordinaire, qui est connue.

» Pour analyser les gaz recueillis dans l'éprouvette A, on les débarrasse d'abord de l'acide carbonique au moyen de la potasse. Le résidu est mesuré, puis additionné de trois fois environ son volume d'oxygène, et finalement soumis à l'action de l'étincelle électrique dans un eudiomètre de Riban. Après avoir noté la contraction, on dose l'acide carbonique produit au moyen de la potasse ([1]).

» Ces diverses opérations se font sur la cuve de Doyère et avec les excellentes pipettes de M. Salet.

» Pour que le dosage eudiométrique de l'oxyde de carbone soit exact, ce gaz doit être contenu dans le mélange soumis à l'explosion en une proportion presque fixe comprise entre 20 et 25 pour 100. Si la concentration est plus forte, en présence de traces inévitables d'azote, il se forme des produits nitreux ([2]); si elle est plus faible, la combustion est souvent incomplète ([3]). Dans le cas présent, il est toujours possible de se tenir dans ces limites, si étroites qu'elles soient.

» Les deux exemples suivants, tirés de mes expériences de contrôle, font voir quel degré de confiance on peut avoir dans la méthode :

» I. $9^{cc},03$ d'oxyde de carbone ont été dilués d'air de façon que le volume du mélange fût égal à $1131^{cc},7$. On en a retiré par l'analyse $8^{cc},89$, soit 98,4 pour 100.

» II. $4^{cc},90$ d'oxyde de carbone ont été dilués dans un volume total de $1125^{cc},4$. L'analyse en a fait retrouver $4^{cc},81$, soit 98,1 pour 100. »

([1]) La diminution de volume qui suit l'explosion doit être juste la moitié de ce volume d'acide carbonique.

([2]) Bunsen, *Méthodes gazométriques*, p. 64 et suivantes.

([3]) Dalton et M. Berthelot, *Mécanique chim.*, t. II, p. 343.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude thermique de la fonction du phénol.* Note de M. DE FORCRAND.

« Mes recherches sur la valeur de la fonction des alcools primaires, secondaires et tertiaires ($+32^{Cal}$ + 29,75 et + 27,89) m'ont conduit à étudier thermiquement les dérivés monosodés et monopotassés du phénol ordinaire. Les phénols paraissent devoir être rapprochés à la fois des alcools tertiaires et des acides; l'examen approfondi de leurs dérivés alcalins doit permettre de préciser ces analogies et de déterminer si la fonction phénol a une valeur constante.

» Les données thermiques actuellement connues sont dues à M. Berthelot, qui a déterminé la chaleur de formation du phénate de potassium solide :

$$C^{12}H^6O^2 \text{ sol.} + K \text{ sol.} = H \text{ gaz} + C^{12}H^5KO^2 \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots + 51^{Cal},57$$ (1)

» Ce nombre rapprocherait tout à fait le phénol des véritables acides (acide acétique + 55,77) et l'éloignerait beaucoup des alcools monoatomiques qui ne donnent pas de valeur supérieure à $+ 36^{Cal}$; mais les conditions particulièrement défectueuses de cette détermination, faite à Versailles en mai 1871, avec des calorimètres en verre, laisse des doutes sur l'exactitude de ce résultat, que M. Berthelot donne seulement comme une première approximation. Nous verrons que ce nombre est en effet trop élevé.

» La préparation des phénates de sodium et de potassium purs est d'ailleurs délicate et ne peut se faire par l'action directe du métal en raison de la formation de combinaisons à excès de phénol d'une part, et de l'autre de la transformation en phénates *di*sodé ou *di*potassé. Il y a là deux causes d'erreur à éviter. J'ai supprimé la première en dissolvant séparément le phénol et le métal dans de l'alcool éthylique absolu; je mélange ensuite les deux liqueurs et je chauffe à 130° dans un courant d'hydrogène sec; le phénol déplace l'alcool dans l'éthylate et ce liquide est enlevé peu à peu

(1) D'après le nombre + 16,3 obtenu par la réaction

$$C^{12}H^6O^2 \text{ sol.} + KHO^2 \text{ sol.} = H^2O^2 \text{ liq.} + C^{12}H^5KO^2 \text{ sol.}$$

(*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIX, p. 307).

et complètement. Ce procédé donne du phénate de sodium très pur; il réussit presque aussi bien pour le phénate de potassium; cependant celui-ci retient toujours quelques traces d'alcool, même en portant la température à 135°, limite qu'il est prudent de ne pas dépasser à cause de la transformation du composé en phénate dipotassique. Le phénate de sodium est une masse blanche, dure, cristalline, déliquescente. Le phénate de potassium a un aspect analogue, mais il est toujours un peu coloré.

Analyses :

		Trouvé.	Calculé pour $C^{12}H^5NaO^2$.
Na %	par l'alcalimétrie	19,79	19,83
	à l'état de sulfate	19,82	

		Trouvé.	Calculé pour $C^{12}H^5KO^2$.
K %	par l'alcalimétrie	29,09	29,59
	à l'état de sulfate	28,88	

Ce dernier corps retient environ $\frac{1}{20}$ d'équivalent d'alcool (1,70 pour 100). Voici les nombres thermiques obtenus entre +13° et +16° :

	Cal	
Chaleur de dissolution du phénol cristallisé	−2,59	($1^{éq} = 2^{lit}$)
Chaleur de dissolution de $C^{12}H^5NaO^2$	+9,35	($1^{éq} = 4^{lit}$)
Chaleur de dissolution de $C^{12}H^5KO^2$	+7,13	($1^{éq} = 4^{lit}$)
$C^{12}H^6O^2$ ($1^{éq} = 2^{lit}$) + $NaHO^2$ ($1^{éq} = 2^{lit}$)	+7,96	
$C^{13}H^6O^2$ ($1^{éq} = 2^{lit}$) + KHO^2 ($1^{éq} = 2^{lit}$)	+8,20	

On en déduit :

	Cal
$C^{12}H^6O^2$ sol. + Na sol. = $C^{12}H^5NaO^2$ sol. + H gaz	+39,10
$C^{12}H^6O^2$ sol. + $NaHO^2$ sol. = $C^{12}H^5NaO^2$ sol. + H^2O^2 sol.	+ 7,23

et

$C^{12}H^6O^2$ sol. + K sol. = $C^{12}H^5KO^2$ sol. + H gaz	+46,28
$C^{12}H^6O^2$ sol. + KHO^2 sol. = $C^{12}H^5KO^2$ sol. + H^2O^2 sol.	+12,41

» Rapprochons ces résultats de ceux fournis par les alcools et les acides, en considérant seulement les dérivés sodiques pour lesquels nous avons un plus grand nombre de termes de comparaison :

H^2O^2 sol. + Na	+ 31,87
$C^4H^6O^4$ sol. + Na	+ 36,34
$C^6H^8O^6$ sol. + Na	+ 39,99
$C^8H^{10}O^8$ sol. + Na	+ 38,14
$C^{12}H^{14}O^{12}$ sol. + Na	+ 34,82
$C^{12}H^6O^2$ sol. + Na	+ 39,10
$C^4H^4O^4$ sol. + Na	+ 50,17

» La fonction du phénol ordinaire dônne donc un nombre à peine supérieur à celui du glycol et de l'érythrite, inférieur même à celui de la glycérine. Il est vrai qu'il faut tenir compte de l'exagération de la première fonction des alcools polyatomiques, ainsi que je l'ai expliqué [1], et qu'en réalité la fonction alcool primaire solide a une valeur constante voisine de celle de l'eau, $31^{Cal},87$ ou 32^{Cal}. Cependant, même avec cette correction, on voit que le nombre $+39,10$ rapproche les phénols plutôt des alcools $(+32)$ que des acides $(+50)$.

» C'est surtout avec les alcools tertiaires qu'il faudrait comparer les phénols parmi les alcools. Or, si l'on prend la valeur fournie par le triméthylcarbinol $(+27,89)$, on remarque que le phénol donne précisément un nombre qui est la moyenne entre ce dernier et celui de l'acide acétique; en effet,

$$\frac{27,89+50,17}{2} = +39,03;$$

ce rapprochement n'est certainement pas fortuit.

» J'étudie actuellement les dérivés sodiques de quelques phénols polyatomiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une éthylnitrocétone et une acétylnitrocétone dérivées des camphosulfophénols.* Note de M. **P. Cazeneuve.**

« La nitrocétone, dérivée des camphosulfophénols, que nous avons décrite récemment [2] nous paraît répondre, en raison de ses origines, de sa composition et de sa fonction, au schéma suivant :

$C.AzO^2$

HC CH^2

HC CO

$C-C^3H^7$

qui en ferait une nitrocétone d'un dihydrure de propylbenzène, le méthyl du noyau paracyménique du camphre ayant disparu dans la formation de

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 545.

[2] Séance du 4 avril 1892.

l'améthylcamphophénolsulfone et de son isomère l'acide améthylcamphophénolsulfonique.

» Le CH^2 voisin des groupements AzO^2 et CO expliquerait les propriétés acides de ce corps dont nous avons décrit les sels, tout comme dans les diacétones de M. Combes.

» Il nous a paru intéressant de réaliser les dérivés à radicaux d'alcools et d'acides de cette nitrocétone, afin de rechercher un rapprochement possible avec les diacétones de la série grasse. Ces dernières donnent un dérivé alcoylé par double décomposition de ses sels avec les iodures alcooliques. Ce dérivé alcoylé, au contact d'un alcoolate alcalin, donne un nouveau dérivé salin par substitution du métal au second atome d'hydrogène du groupe CH^2.

» Enfin, ce dérivé salin, au contact des iodures alcooliques, donne à nouveau une double décomposition, avec formation d'un dérivé dialcoylé.

» Notre nitrocétone se comporte différemment.

» I. *Éthylnitrocétone*. — Chauffée à 130° pendant une heure, avec un excès d'iodure d'éthyle, la nitrocétone potassique $C^9H^{10}K(AzO^2)O$ fait la double décomposition. A la température d'ébullition de l'iodure d'éthyle la réaction n'a pas lieu. L'éther en excès, séparé de l'iodure de potassium précipité, donne par évaporation spontanée un corps liquide que nous n'avons pu faire cristalliser, de couleur jaune, de consistance sirupeuse, insoluble dans l'eau, miscible à l'alcool et à l'éther, faisant explosion au delà de 200°, si on le chauffe brusquement.

» Exposé vingt-quatre heures dans le vide, sur la chaux sodée, il a été analysé. Nous avons dosé seulement l'azote; pour 0,1943 de matière nous avons obtenu, en centièmes, Az = 6,58, la formule $C^9H^{10}(C^2H^5)(AzO^2)O$ exigeant 6,69 pour 100.

» L'éthylate de sodium, en solution alcoolique à froid, donne immédiatement de la nitrocétone potassique avec départ du groupe éthyle à l'état d'éther ordinaire, au lieu de donner une éthylnitrocétone potassique

$$C^9H^{10}(C^2H^5)(AzO^2)O + C^2H^5.ONa = C^9H^{10}K(AzO^2)O + C^2H^5.O.C^2H^5.$$

Le liquide prend immédiatement la teinte rouge sang caractéristique des sels alcalins de la nitrocétone. On étend d'eau, on ajoute un acide, on agite avec de l'éther. Ce dernier abandonne la nitrocétone avec son point de fusion 47°-48°.

» II. *Acétylnitrocétone*. — Dans notre Note précédente [1], nous avons

---

[1] *Loc. cit.*

signalé la double décomposition de la nitrocétone potassique avec le chlorure d'acétyle. Opérant sur de petites quantités de matière, nous avions obtenu un dérivé qui nous avait paru instable. Nous avons repris cette réaction. Le sel potassique, parfaitement séché à 120°, a été traité peu à peu par le chlorure d'acétyle, jusqu'à ce que la matière rouge soit devenue jaune, indice de la réaction totale, qui est d'ailleurs très vive. Reprenant par l'eau distillée, puis par l'eau alcaline le résidu, pour enlever la nitrocétone libre, nous avons obtenu un corps jaune insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, d'où il cristallise en magnifiques tables hexagonales de couleur jaune verdâtre. Ce corps fond à 65°, puis reste en surfusion, même à la température ordinaire. Chauffé au delà de 250°, il se décompose avec explosion. Un dosage d'azote a donné

» Pour $0^{gr},305$ de matière en centièmes : $Az = 6,20$.

» La formule $C^9H^{10}(C^2H^3O)(AzO^2)O$ exige : 6,27 (¹).

» Au contact d'une solution alcoolique d'éthylate de sodium il se décompose en donnant de l'éther acétique et le sel sodique de la nitrocétone

$$C^9H^{10}(C^2H^3O)(AzO^2)O + C^2H^5.ONa$$
$$= C^9H^{10}Na(AzO^2)O + C^2H^5.O.C^2H^3O.$$

» On perçoit très nettement l'odeur d'éther acétique en même temps que la solution alcoolique devient rouge sang. Par un acide et l'éther, on isole la nitrocétone.

» III. Bien que les dérivés éthylés et acétylés possèdent une certaine instabilité nous croyons devoir admettre dans cette nitrocétone le groupement $\left\{\begin{array}{l}CAzO^2\\CH^2\\CO\end{array}\right.$.

» Si le CH^2, dans notre corps, a des propriétés un peu différentes du même groupement dans l'acétylacétone, il faudra peut-être rapporter ce fait à sa position non plus entre deux CO mais entre un AzO^2 et un CO. De plus notre corps est un hydrure de la série aromatique et, comme les espèces de ce groupe, doit posséder une instabilité qui est un fait d'expérience, sans que les théories en donnent une explication suffisante. Assurément la découverte de corps analogues à cette nitrocétone et leur étude parallèle pourra seule corroborer notre hypothèse. »

(¹) Ces dosages ont été effectués par la méthode de Dumas, combinée avec l'appareil Dupré (Cazeneuve et Hugounenq, *Bulletin de la Société chimique*, t. I, p. 901; 1888).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Détermination de la surface d'ébullition des paraffines normales.* Note de M. G. Hinrichs.

« Mes Notes précédentes ont montré que la loi générale énoncée (t. CXII, p. 998; 1891) est l'expression des faits observés. J'ai trouvé que la température t d'ébullition dépend séparément du poids atomique a et de la pression p, suivant les formules (8) et (9) qui sont de forme identique. Reste à montrer que la température d'ébullition est déterminée par la même fonction quand la pression p et le poids atomique a varient simultanément, pour une série homologue donnée.

» En premier lieu, j'ai pris les observations de M. F. Krafft sur les paraffines normales (t. CXII, p. 1128). Ses déterminations se rapportent aux pressions de 11^{mm}, 15^{mm}, 30^{mm}, 50^{mm}, 100^{mm} et 760^{mm}. J'ai soigneusement construit les lignes *isobares* de tous les points d'ébullition déterminés par Krafft, prenant $\log a = x$ comme abscisse et $t = y$ comme ordonnée. La

Fig. 1.

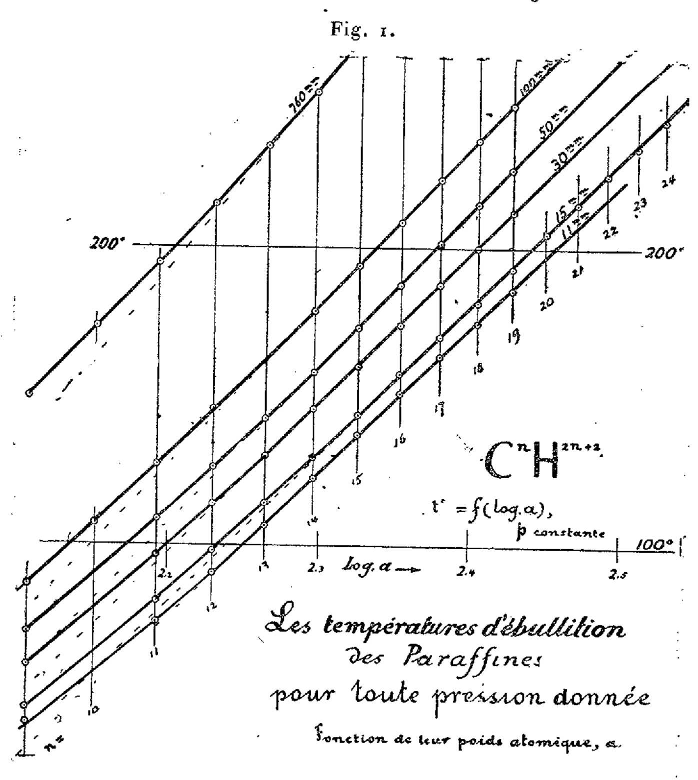


figure ci-jointe (*fig.* 1) est une réduction au cinquième de mes tracés à grande échelle.

» On voit que toutes ces lignes isobares tendent vers des lignes droites, les limites logarithmiques. Pour l'isobare $p = 15^{mm}$, le tracé donne, pour cette limite,

$$t = 179^\circ,7 + 494^\circ,4\,(\log a - 2{,}400) \tag{70}$$

avec les résultats suivants :

n.	16.	17.	18.	19.	20.
t calculé.....	157,0	169,8	182,2	193,5	204,4
t observé....	157,5	170	181,5	193	205

n.	21.	22.	23.	24.
t calculé...........	214,8	224,7	234,5	243,4
t observé..........	215	224	234	243

» L'équation générale pour toutes ces isobares est

$$t = \eta + k_1(x - \xi), \tag{71}$$

où $\xi = 2{,}400$ et $x = \log a$.

» Pour chaque substance (soma) correspondant à n constant, c'est-à-dire $a = 14n + 2$ const., on peut construire les lignes *isosomatiques* en prenant $t = y$ comme ordonnée et $z = \log p$ comme abscisse. La figure ci-jointe est une réduction au cinquième de ma construction des isosomatiques des paraffines de 11 à 19 atomes de carbone. Ces lignes ont la forme parabolique demandée par la loi générale (*fig.* 2).

» Mes tracés à grande échelle donnent, en posant ($z < 3$),

$$\Delta = 3 - \log p = 3 - z, \tag{72}$$

$$\eta = 327^\circ - 109^\circ\ \Delta + 15^\circ,5\Delta^2, \tag{73}$$

$$k_1 = 628^\circ - 106^\circ,5\,\Delta + 16^\circ\Delta^2, \tag{74}$$

avec les résultats suivants :

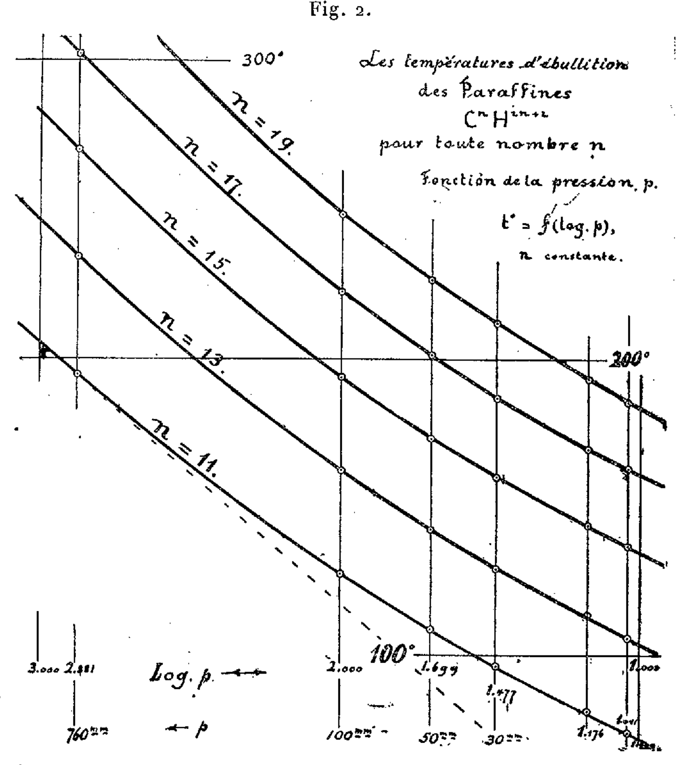
p.	11^{mm}.	15^{mm}.	30^{mm}.	50^{mm}.	100^{mm}.	760^{mm}.
η calculé......	174,0	179,6	196,9	211,4	234,5	314,3
η observé.....	172,2	179,7	197,8	211,8	233,2	316
k_1 calculé.....	481,4	486,8	503,1	516,4	537,5	615,5
k_1 observé....	480,8	494,4	502,4	523,2	532,8	618,0

» La précision des k_1 est aussi satisfaisante que celle des η, vu l'absence des observations au-dessus de $n = 20$.

» Substituant les valeurs de η et de k_1 (73, 74) dans (71), nous auron

l'expression générale de la surface d'ébullition des paraffines supérieures $(n > 15)$. Cette équation contient le terme $z^2.x$; la forme générale $(n < 15)$ est du quatrième degré, tandis que la surface limite n'est que quadratique.

Fig. 2.



» La forme de la surface d'ébullition s'obtient avec netteté en plaçant les lignes isosomatiques pour chaque n donné perpendiculaires sur le plan des lignes isobares et sur l'ordonnée de la même valeur n. Les propriétés géométriques de cette surface et les lignes isothermes hyperboliques (t constante) seront considérées après l'étude des lois fondamentales physiques.

» Pour les valeurs inférieures de n j'ai pu déterminer la surface d'ébullition des acides gras avec beaucoup de précision, M. George-W.-A. Kahlbaum ayant bien voulu me communiquer les résultats de ses mesures inédites. J'ai aussi déterminé la surface d'ébullition des alcools inférieurs.

» La construction des isobares et des isosomatiques a une grande valeur pratique; la réduction des observations devient directe et facile. De plus,

la surface d'ébullition est l'expression géométrique des relations fondamentales entre la température d'ébullition, la pression des vapeurs saturées et la composition chimique des corps. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des bases pyridiques sur certains sulfites.* Note de M. G. **Denigès**.

« J'ai eu l'honneur de présenter, l'an dernier à l'Académie, une série de combinaisons de sulfites métalliques avec les amines aromatiques primaires; j'ai étudié, depuis, l'action des bases pyridiques sur les mêmes sulfites, ce sont les résultats obtenus qui font l'objet de la présente Note.

» Aucun bisulfite métallique n'a fourni de combinaison conjuguée avec les bases pyridiques. Parmi les sulfites neutres, seuls les sels de zinc et de cadmium ont donné des composés répondant à la formule

$$SO^3, M'', C^5H^5Az;$$

j'ai employé, pour préparer ces corps, le procédé qui m'avait déjà servi pour les amines aromatiques.

» *Sulfite de zinc-pyridine*, SO^3Zn, C^5H^5Az. — 30^{gr} de sulfate de zinc cristallisé ont été dissous dans 700^{cc} d'eau; j'y ai ajouté 25^{cc} de pyridine et 60^{cc} d'une solution de bisulfite de soude (de densité $= 1,38$). Il s'est formé aussitôt un précipité blanc, cristallisé, très peu soluble dans l'eau et qui, lavé et desséché, répond à la formule écrite plus haut (¹).

» Ces cristaux se présentent en aiguilles quadratiques de signe optique négatif.

» Les autres bases pyridiques agissent d'une manière différente sur le mélange de bisulfite de soude et de sulfate de zinc : elles saturent le bisulfite et il se dépose peu à peu des cristaux très nets de sulfite de zinc pur $(SO^3Zn)^2 + 5H^2O$, avec la composition assignée à ce sel par Marignac et Rammelsberg.

(¹) Analyse :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour SO^3Zn, C^5H^5Az (Zn = 65,3).
SO^2 pour 100	28,16	28,07	28,53
ZnO »	36,25	36,31	36,24
Az »	6,49	6,33	6,24

» Il se produit d'ailleurs un fait du même ordre lorsqu'on traite un mélange de sel de manganèse soluble et de bisulfite de soude, non seulement par une base pyridique substituée (picoline ou lutidine, par exemple), mais même par la pyridine. On observe la formation lente de cristaux groupés de sulfite de manganèse, $SO^3Mn + 3H^2O$, sans que les bases pyridiques entrent en combinaison.

» Il est probable qu'il se forme, dans ces divers cas, des combinaisons pyridiques très instables et dont la dissociation a pour résultat de mettre peu à peu en liberté, sous forme cristalline, les sulfites métalliques correspondants.

» *Sulfite de cadmium-pyridine*, SO^3Cd, C^5H^5Az. — Lorsqu'on traite une solution à 10 pour 100 d'azotate de cadmium anhydre par $\frac{1}{5}$ au moins de son volume de pyridine et $\frac{1}{5}$ d'une solution de bisulfite de soude ($D = 1,38$), il ne se forme pas de précipité immédiat, mais si l'on agite vivement en frottant les parois du vase avec une baguette de verre et si l'on abandonne le mélange à lui-même, il se dépose lentement des amas d'aiguilles quadratiques, négatives, très biréfringentes.

» Ce sel est blanc et fort peu soluble dans l'eau; il répond à la formule SO^3Cd, C^5H^5Az (1).

» Il se dissocie assez facilement en sulfite neutre de cadmium et pyridine.

» Il peut être obtenu à chaud à condition de doubler la dose de pyridine pour les mêmes proportions d'azotate de cadmium et de bisulfite de soude; dans ces conditions, il se forme vers 75°-80° un précipité cristallin, lourd, de sulfite de cadmium-pyridine, mais mélangé d'une certaine quantité de sulfite neutre de cadmium d'autant plus grande que la température est plus élevée.

» Si l'on ne doublait pas la dose de base organique dans le mélange indiqué plus haut, il se formerait par l'action de la chaleur un précipité cristallisé, ne renfermant pas de pyridine et ayant la composition du sulfite anhydre décrit par Rammelsberg (*Ann. de Pogg.*, t. LXXIV, p. 249).

(1) Analyse :

		Trouvé.		Calculé pour
		I.	II.	SO^3Cd, C^5H^5Az (Cd = 112).
SO^2	pour 100.........	23,85	23,78	23,62
SO^4Cd	»	76,42	76,60	76,75
Az	»	5,22	5,34	5,16

» Enfin, si l'on diminue de moitié encore la dose de pyridine, il se forme aussitôt à froid un précipité très volumineux. Par abandon à lui-même, le précipité devient assez rapidement cristallin en diminuant beaucoup de volume. Sa composition correspond alors exactement à

$$(SO^3Cd)^2 + 3H^2O.$$

La formule ainsi trouvée diffère par une demi-molécule de celle admise par Muspratt $SO^3Cd, 2H^2O$ [*Philos. Mag.* (3), t. XXX, p. 414]. J'ai préparé ce même sel par plusieurs méthodes, notamment par celle de Muspratt lui-même, et j'ai toujours trouvé la composition que j'ai indiquée.

» Les autres bases pyridiques, employées même en excès, ne sont pas entrées en combinaison avec le sulfite de cadmium; en leur présence, à froid et surtout à chaud, il s'est toujours formé un précipité de sulfite neutre de cadmium.

» En résumé, les bases pyridiques ont très peu de tendance à former des combinaisons avec les sulfites métalliques. Seuls, les sulfites de zinc-pyridine et de cadmium-pyridine sont bien définis et ont une stabilité suffisante pour pouvoir être lavés et desséchés sans dissociation.

» Le sulfite de zinc-pyridine est lui-même beaucoup plus stable que le sel de cadmium correspondant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation et les propriétés physiques du fluorure d'acétyle.* Note de M. **Maurice Meslans**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les différents fluorures organiques dont nous avons donné l'étude dans plusieurs Communications précédentes ne renferment avec le fluor que du carbone et de l'hydrogène. Ils présentent tous une remarquable stabilité, et leur résistance à l'action des alcalis est supérieure à celle des chlorures correspondants. Il nous a paru intéressant d'étudier quelles modifications la substitution du fluor au chlore ferait subir aux propriétés des composés organiques oxygénés chlorés. Le chlorure d'acétyle, par les réactions nombreuses qu'il fournit, nous a semblé présenter un intérêt particulier. Nous avons réussi à préparer le fluorure d'acétyle par plusieurs procédés; dans chacun d'eux, nous sommes parti du chlorure d'acétyle exempt de phosphore.

» 1° *Préparation par le fluorure d'argent.* — Le premier composé fluoré

auquel nous nous sommes adressé pour obtenir le fluorure d'acétyle est le fluorure d'argent, qui nous a permis d'obtenir déjà plusieurs éthers fluorhydriques.

» A froid, le chlorure d'acétyle n'agit pas sur le fluorure d'argent anhydre. La réaction a lieu, si l'on opère à 260°, en tube scellé, en présence d'un excès de fluorure ; mais une partie du produit se décompose en acide carbonique et fluorure de silicium. L'opération réussit mieux si l'on fait passer très lentement la vapeur de chlorure d'acétyle sur une longue colonne de fluorure d'argent sec, renfermée dans un tube d'argent, et chauffée à 300°. Le produit de la réaction est recueilli dans un matras fortement refroidi.

» Ce procédé exige de grandes quantités de fluorure d'argent et ne permet de préparer que peu de fluorure d'acétyle.

» Le bromure d'acétyle agit de même dans les mêmes conditions.

» 2° *Préparation par le fluorure d'arsenic.* — M. Moissan a indiqué le fluorure d'arsenic, comme pouvant servir à la préparation des composés organiques fluorés. Nous avons essayé son action sur le chlorure d'acétyle. Les deux corps, mis en présence, réagissent avec dégagement de chaleur. Il se forme du chlorure d'arsenic et du fluorure d'acétyle, d'après l'équation

$$3CH^3COCl + AsFl^3 = 3CH^3COFl + AsCl^3.$$

» L'appareil dont nous nous sommes servi se compose d'un récipient cylindrique en cuivre, portant deux tubes latéraux de même métal. Ce vase contient 100gr de chlorure d'acétyle. L'un des tubes de cuivre est réuni à un tube à brome renfermant 40gr de fluorure d'arsenic rectifié dans le platine. Le second tube est relié à un serpentin ascendant, en plomb, maintenu à 25°. Pour retenir le chlorure d'acétyle, nous avons fait suivre le serpentin d'un tube en U, également en cuivre, chauffé au bain de nitrates à 300° et garni de fragments de fluorure d'argent. On règle l'écoulement de façon que le fluorure d'arsenic tombe goutte à goutte, et l'on recueille le fluorure d'acétyle formé dans un matras de cuivre fortement refroidi. Il est nécessaire de lui faire subir plusieurs distillations au bain d'eau, à 30°-35°.

» Cette méthode fournit de bons rendements, mais il est assez difficile d'obtenir un produit complètement exempt de chlore et d'arsenic.

» 3° *Par le fluorure d'antimoine.* — Le chlorure d'acétyle réagit à froid sur le fluorure d'antimoine fondu et pulvérisé

$$SbFl^3 + 3CH^3COCl = SbCl^3 + 3CH^3COFl.$$

» La réaction s'effectue facilement, en plaçant le fluorure d'antimoine dans un ballon de verre, muni d'un tube à brome qui contient le chlorure d'acétyle. Un réfrigérant ascendant, fortement refroidi, est placé au-dessus du ballon, et son extrémité libre, re-

courbée, plonge dans un matras entouré de glace. On règle l'écoulement du chlorure, de telle sorte que rien ne passe dans le matras. L'affusion terminée, on maintient quelque temps le ballon à 40° pour terminer la réaction.

» Après avoir renversé le réfrigérant, on distille le fluorure d'acétyle qu'il est bon de conserver dans un matras fermé sur quelques fragments de fluorure d'antimoine.

» 4° *Par le fluorure de zinc.* — Le procédé le plus avantageux et aussi le plus rapide consiste à faire réagir le chlorure d'acétyle sur le fluorure de zinc préalablement séché dans le vide à 250°.

» On verse dans un matras de verre, maintenu dans un milieu réfrigérant et fermé à l'aide d'un bouchon de caoutchouc, 150gr de chlorure d'acétyle récemment distillé.

» On introduit dans ce matras, par portions de 10gr, 100gr de fluorure de zinc sec. On scelle le matras que l'on porte doucement à 40° en l'agitant.

» On le refroidit de nouveau et, après l'avoir ouvert, on le met en communication avec un serpentin de plomb, refroidi, dont l'extrémité inférieure s'engage dans le col d'un matras bien sec, en traversant un bouchon de caoutchouc.

» Ce bouchon laisse passer également un tube recourbé, garni de fragments de chlorure de zinc fondu.

» Le matras contient une petite quantité de fluorure de zinc et est placé dans la glace. On distille au bain d'eau à 35°-40° le produit de la réaction qui se débarrasse, au contact du fluorure, des dernières traces de chlorure d'acétyle. Une seconde distillation, effectuée avec les mêmes précautions, fournit le fluorure d'acétyle pur que l'on peut conserver dans le verre sec. La plus petite quantité d'humidité suffit pour amorcer sa décomposition qui se continue grâce à l'attaque du verre.

» Il suffit de munir le vase qui contient le fluorure d'acétyle d'un tube de dégagement se rendant sur la cuve à mercure, et de le chauffer avec la main, pour recueillir un gaz que l'on manie facilement sur le mercure sec à + 25°.

» Le fluorure d'acétyle, ainsi obtenu, est un gaz incolore, qui ne fume pas à l'air. Il brûle avec une flamme bleue, en produisant un mélange de vapeur d'eau, d'acide carbonique et d'acide fluorhydrique. Son odeur rappelle celle de l'oxychlorure de carbone. Introduit dans les voies respiratoires, son action n'est pas immédiate, mais, après quelques minutes, il produit de l'oppression accompagnée d'une vive irritation des bronches. Respiré en quantité un peu forte, il peut provoquer des crachements de sang.

» L'eau en dissout environ vingt fois son volume, puis le décompose lentement. L'alcool, l'éther, la benzine, le chloroforme, etc., le dissolvent en toute proportion. Il se liquéfie sous la pression atmosphérique ($H = 750^{mm}$) à $+19°,5$. Il peut donc également être considéré comme un liquide et facilement étudié à cet état. C'est alors un liquide incolore très mobile, miscible à l'alcool, à l'éther, au chloroforme. Il se dissout en

toute proportion dans la benzine, l'alcool amylique, l'essence de térébenthine, l'acide acétique glacial. Il ne se mélange ni à l'eau ni au sulfure de carbone, qui le dissolvent en petite quantité. Il dissout très peu l'iode qui le colore en rouge clair. Le brome s'y dissout en plus grande proportion. Le fluorure d'acétyle ne dissout pas sensiblement le soufre. Il en est de même des matières grasses. Refroidi au moyen du chlorure de méthyle, à — 23°, sa tension de vapeur est encore de 118mm. Soumis à un froid de — 55°, il ne se solidifie pas ; sa tension est alors voisine de 10mm. La densité gazeuse du fluorure d'acétyle, prise par la méthode de Dumas dans l'eau bouillante, nous a fourni les chiffres suivants :

1.	2.	3.	Théorie pour C^2H^3OFl.
2,174	2,162	2,153	2,146

» Nous poursuivons l'étude de ce nouveau composé et nous donnerons dans une prochaine Communication ses principales propriétés chimiques [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la diamidosulfobenzide et quelques-uns de ses dérivés.* Note de M. **Ch. Lauth**, présentée par M. Schützenberger.

« On peut préparer aisément la diamidosulfobenzide $SO^2 \langle {C^6H^4AzH^2 \atop C^6H^4AzH^2}$ d'après les indications suivantes : la sulfobenzide est dissoute dans trois fois son poids d'acide nitrique à 48° B., mélangé de cinq fois le poids de la sulfobenzide en acide sulfurique; la masse s'échauffe assez fortement; on maintient la température pendant une demi-heure. Par refroidissement, le tout se prend en cristaux qu'on lave à l'eau, puis, après élimination des acides, qu'on traite par l'alcool jusqu'à ce que le produit atteigne le point de fusion de 197° : c'est la dinitrosulfobenzide. On réduit ce corps en le chauffant avec une fois et demie son poids d'étain et trois fois son poids d'acide chlorhydrique : la réduction terminée, on élimine l'étain par H^2S et, après concentration des liqueurs au bain-marie, on précipite la base par de l'ammoniaque : une ou deux cristallisations dans la benzine ou l'alcool la fournissent absolument pure.

(1) Travail fait au laboratoire de M. H. Moissan, à l'École de Pharmacie de Paris.

» Ce sont des prismes rhomboïdaux, fondant à 165°-170°, solubles à chaud dans l'eau, l'alcool, la benzine, d'où ils se séparent par refroidissement.

» La diamidosulfobenzide n'est pas attaquée par le zinc et l'acide sulfurique : les essais faits dans cette voie pour obtenir ainsi le paramidothiophénol SH, C^6H^4, AzH^2 et ensuite la thio ou la dithioaniline n'ont pas abouti, même si l'on opère à chaud.

» Elle donne très facilement des dérivés diazoïques par l'action du nitrite en présence d'acide chlorhydrique, et ces diazos, traités par les réactifs usuels ont fourni de belles matières colorantes. Je citerai notamment les couleurs orangées, obtenues avec le β-sulfo-β-naphtol, le α-sulfo-β-naphtol et le disulfo-β-naphtol ; les couleurs écarlates, obtenues avec le α-sulfo-α-naphtol et le disulfo-α-naphtol ; les couleurs brunes, obtenues avec la métaphénylène et la métacrésylène diamine, ainsi qu'avec les acides naphtioniques.

» On obtient d'autres matières colorantes en diazotant et copulant successivement les deux branches avec des réactifs différents.

» Enfin on obtient des couleurs tétrazoïques, variant du brun au violet, en diazotant soit l'une des deux branches, soit les deux branches, copulant avec de l'α-naphtylamine, puis diazotant à nouveau soit un AzH^2, soit les deux AzH^2 et copulant avec le disulfo-β-naphtol.

» Les diverses matières colorantes que je viens de signaler ne paraissent pas devoir, malgré leur beauté, présenter d'avantages sérieux sur les produits déjà connus. Contrairement à ce qu'on pouvait espérer, elles n'ont que peu d'affinités pour le coton [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les composés azoïques et alkylés de la chrysaniline ainsi que sur les matières colorantes qui en dérivent.* Note de MM. **A. Trillat** et **de Raczkowski**, présentée par M. Schützenberger.

« La diamidophénylacridine $C^{19}H^{15}Az^3$ peut être facilement préparée en dissolvant la phosphine du commerce, qui est généralement impure, dans une grande quantité d'eau acidulée et en la versant lentement, à froid, dans une dissolution très étendue de carbonate de soude. Cette opération doit être faite en agitant constamment, sinon on court le risque

---

[1] Collège de France ; laboratoire de M. Schützenberger.

d'avoir des agglomérations contenant de la phosphine non transformée. On obtient ainsi la base sous forme de poudre jaune. On diazote la diamidophénylacridine en la dissolvant dans un acide étendu et en ajoutant, à froid, la quantité de nitrite de sodium correspondante à 2 molécules d'acide nitreux. Le composé tétrazoïque obtenu jouit des propriétés de ceux de la classe du diazobenzène et donne facilement, par la méthode ordinaire, des combinaisons avec les amines, les phénols, etc.

» Il était intéressant de savoir si les matières colorantes dérivées de la tétrazochrysaniline pouvaient bénéficier à la fois et de la solidité de la chrysaniline et de l'éclat des couleurs tétrazoïques.

» Parmi les phénols sulfonés que nous avons étudiés, les meilleurs résultats nous ont été donnés par la combinaison de la tétrazochrysaniline avec le disulfonaphtolate de sodium. On prépare la disulfonaphtolazochrysaniline en faisant agir 1 molécule de tétrazochrysaniline sur 2 molécules de disulfonaphtolate de sodium. On commence la réaction à froid et on chauffe ensuite progressivement en ayant soin d'agiter constamment. On précipite au sel marin. La réaction peut donc se formuler ainsi :

1 mol. tétrazochrysaniline + 2 mol. disulfonaphtolate de sodium

$$= \underbrace{C^{19}AzH^{11}Az^{2} = [AzC^{10}H^{4}OH(SO^{3}Na)^{2}]^{2}}_{\text{Sel sodique de la disulfonaphtolazochrysaniline}}.$$

» La disulfonaphtolazochrysaniline se présente, lorsqu'elle est fraîchement préparée, sous forme de poudre verte, à reflets métalliques. Elle est insoluble dans l'alcool et très soluble dans l'eau, à laquelle elle communique une magnifique coloration rouge. En remplaçant le disulfonaphtolate de sodium (sel R) par son isomère (sel G), le composé se dissout en rose.

» La réaction que M. Lauth a indiquée pour reconnaître les corps azoïques se généralise pour ces dérivés de la chrysaniline.

» Pour étudier les propriétés colorantes, nous avons fait des teintures avec les combinaisons des phénols sulfonés. Les nuances obtenues varient du rose au rouge vif. La soie se teint assez bien : le bain de teinture est presque épuisé. La laine même, en bain acide, se teint très mal. La couleur ne se développe pas sur le coton non mordancé : lorsque celui-ci est mordancé au tanin, on obtient une teinture assez faible. Comme solidité, éclat et résistance, les teintures sont inférieures à celles de la chrysaniline.

» Il est fort probable que la tétrazochrysaniline puisse se combiner avec

deux produits à fonctions différentes de manière à se transformer en un composé azoïque mixte, comme cela a lieu pour la benzidine.

» *Dérivés alkylés.* — En chauffant sous pression la chrysaniline dissoute dans l'alcool méthylique en présence de l'iodure de méthyle, on obtient des cristaux brillants répondant à la formule

$$C^{20}H^{12}(CH^3)^3Az^3, 2HI$$

et qui sont constitués par l'iodhydrate de la triméthylchrysaniline déjà signalé par Hoffmann [1]. Le produit éthylé peut se préparer par la même méthode; les sels sont peu solubles et leurs solutions teignent la soie et le coton en rouge orange. Ces teintures, comme les précédentes, sont inférieures comme éclat et solidité à celles qui sont données par les sels de chrysaniline.

» La chrysaniline benzylée s'obtient en dissolvant la base dans de l'alcool éthylique et en y faisant couler à chaud, dans l'espace d'une heure, un excès de chlorure de benzyle. On ajoute ensuite peu à peu, dans l'espace de quatre heures, la quantité de chaux nécessaire pour la saturation de l'acide chlorhydrique formé. La base benzylée se présente sous forme d'une poudre rouge et que nous n'avons pas pu faire cristalliser. D'après les rendements de plusieurs essais elle correspondrait à une chrysaniline dibenzylée $C^{19}H^{13}Az^3(CH^2C^6H^5)^2$ ou à un mélange de chrysaniline plus ou moins benzylée.

» La chrysaniline benzylée est très difficilement soluble, même dans les acides étendus. Les solutions teignent la soie, la laine et le coton en rouge orange ayant une grande analogie avec les teintures des dérivés méthylés et éthylés.

» En résumé, nos expériences semblent démontrer que les dérivés azoïques et alkylés de la chrysaniline ne présentent qu'un intérêt secondaire au point de vue de la teinture [2]. »

---

(1) *Ber.*, t. II, p. 378.

(2) Travail fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une combinaison naphtolée soluble.* Note de M. STACKLER, présentée par M. Schützenberger.

« La substance qui m'a été remise est le dérivé α-monosulfoné du β-naphtol, $C^{10}H^{6}\left\langle\begin{matrix}\alpha SO^{3}H \\ \beta OH\end{matrix}\right.$, à l'état de sel calcaire. Elle a été préparée, en vue de mes expériences sur les antiseptiques, par M. Bang, qui indique deux conditions nécessaires pour obtenir la pureté du produit :

» 1° La préparation préalable et l'emploi d'un β-naphtol absolument pur; 2° l'isolement parfait de la modification α de β.

» Cette substance a été étudiée, sous le nom d'asaprol (ἀ,σαπρός, putride), au laboratoire et dans le service de M. le Dr Dujardin-Beaumetz (hôpital Cochin).

» Neutre, très soluble dans l'eau et dans l'alcool, non altérée par la chaleur, non irritante, tolérée par les voies digestives, peu toxique, elle passe rapidement dans les urines.

» Injectée sous la peau des lapins, elle ne produit aucun accident local.

» Rapportés à 1^{kg}, les résultats de l'injection sont les suivants :

» La dose de 16^{cgr}, injectée tous les deux ou trois jours, pendant quinze jours, et la dose de $6^{cgr},6$ injectée tous les trois ou quatre jours, pendant deux mois, sont l'une et l'autre très bien supportées. La dose de $28^{cgr},5$, injectée en une seule fois, a été mal tolérée : l'animal a cessé de se nourrir pendant trente-six heures; il a perdu de son poids pendant cinq jours et ne l'a regagné qu'à partir du sixième jour. La dose de 50^{cgr} a occasionné la mort en quelques heures.

» J'ai étudié, avec M. Dubief, l'action de ce produit sur les cultures des micro-organismes suivants :

» Dans 5^{cgr} de bouillon, la culture est retardée, avec 10^{cgr} du produit, pour le choléra asiatique, l'*herpes tonsurans*, le bacille de la fièvre typhoïde.

» Elle est arrêtée avec 15^{cgr} pour le chloléra asiatique, l'*herpes tonsurans*, le bacille de la fièvre typhoïde, le *Streptococcus aureus*, la bactérie du charbon; elle est retardé pour le bacille pyocyanique. Avec 30^{cgr}, elle est arrêtée pour tous ces microbes.

» Chez l'homme, ce produit, ingéré à la dose de 1^{gr} à 4^{gr}, est un médicament. Utilisé avantageusement dans plusieurs manifestations de l'arthritisme, dans les différentes formes du rhumatisme, il *n'a pas diminué* la

quantité des urines, souvent il *l'a augmentée*. *Antithermique* dans divers états infectieux, dans la fièvre typhoïde, dans le rhumatisme polyarticulaire aigu, il a rapidement guéri cette dernière maladie. »

ZOOLOGIE. — *Remarques sur quelques Poissons du haut Tonkin*. Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Blanchard.

« Les Poissons, qui font l'objet de cette Note, ont été recueillis au nord de Laï-Chau par M. Pavie, dans le Nam-Tiong-Kong et le Nam-Kia, affluents supérieurs de la rivière Noire, sur les limites du Tonkin et du Yun-Nan. Cette collection ne renferme qu'un très petit nombre d'espèces, mais ce peu montre suffisamment que des recherches plus complètes dans ces localités, où nul Européen n'avait pénétré jusqu'à ce jour, seraient fructueuses pour la Science.

» Nous y trouvons un Mastacembélide : *Mastacembelus armatus* Lacépède; un Scombresoce : *Belone cancila* Hamburg Buchanan; deux Silures : *Macrones pluriradiatus* et *Pseudecheneis Paviei*; deux Cyprinoïdes : *Chanodichthys affinis* et *Acanthorhodeus tonkinensis*. Ces quatre dernières espèces seraient nouvelles, toutefois les rapports que l'on peut saisir au point de vue des affinités avec les faunes voisines paraissent surtout mériter de fixer l'attention.

» Le *Mastacembelus armatus* n'a pas à cet égard de signification précise; commun dans toute la région orientale, il a été également signalé de Tchu-San et le genre a des représentants connus en Chine. Il n'en est pas de même du *Bolone cancila*, Orphie des eaux douces, propre jusqu'ici à l'Indostan et au nord de l'Indo-Chine.

» C'est à cette même région orientale que se rapportent, d'après les genres auxquels ils appartiennent, les deux Silures.

» Le genre *Macrones*, dont l'aire d'extension est très vaste, puisqu'on trouve en Asie Mineure le *M. aleppensis* Cuvier et Valenciennes, a cependant la presque totalité de ses nombreuses espèces soit dans l'Indostan, soit dans la sous-région Insul-Indienne.

» Pour le *M. pluriradiatus* dont il est ici question, ses caractères le rapprochent du *M. rufescens* Vinciguerra, de Tenassérim.

» Quant aux *Pseudecheneis*, dont le *P. sulcatus* M. Clelland était jusqu'ici l'unique représentant, on peut ne pas être étonné de lui trouver un équivalent dans ces contrées, puisque l'espèce typique habite les régions

montagneuses au sud de l'Himalaya. Le *P. Paviei* se rencontre, comme son congénère, dans des cours d'eau torrentueux, où la disposition en ventouse de son abdomen lui permet de se maintenir, malgré la violence du courant.

» Les deux Cyprinoïdes nous offrent, au point de vue de la faune, des affinités toutes différentes de celles présentées par les précédentes espèces; l'une et l'autre appartiennent à des genres exclusivement propres à la Chine, c'est-à-dire à la partie mantchourienne de la région palæarctique.

» Le *Chanodichthys affinis* a les plus grands rapports avec le *C. Macrops* Günther, de l'île de Formose, il en diffère surtout par ses écailles notablement plus grandes.

» Les *Acanthorhodeus* n'étaient connus que du Yang-Tsé-Kiang et de Shang-Haï; le genre s'étend, suivant toute probabilité, jusqu'au Japon : au moins est-il très vraisemblable que le poisson décrit sous le nom de *Capoeta rhombea* par Schlegel et placé par Bleeker dans son genre *Acheilognathus*, doit être réuni aux *Acanthorhombeus*.

» Malgré la réserve qu'impose le petit nombre de documents dont on peut disposer, il est difficile de ne pas être frappé de la composition mixte de cette faune ichthyologique, qui, avec une espèce commune à la région orientale et à la sous-région mantchourienne, nous présente trois espèces de la première et deux autres non moins caractéristiques de la seconde.

» Si l'on cherche un point de comparaison dans ce qui nous est connu pour un pays voisin et, à certains égards, assez analogue au point de vue orographique, la haute Birmanie, sur laquelle dans ces derniers temps une étude importante a été publiée par M. Vinciguerra, on constate que la faune de ses cours d'eau est indienne et n'offre aucun élément aussi visiblement emprunté à la sous-région mantchourienne que la partie du haut Tonkin explorée par M. Pavie. Il est à désirer que ce voyageur infatigable puisse, dans de meilleures conditions, rassembler des matériaux d'étude plus abondants, qui permettent de poursuivre l'examen zoologique d'une si intéressante région. »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Cerataspis Petiti *Guérin et sur la position systématique du genre* Cerataspis *Gray* (Cryptopus *Latreille*). Note de MM. **A. Giard** et **J. Bonnier**.

« Dans l'explication des planches de l'*Iconographie du règne animal*, Guérin a fait connaître et décrit sommairement (*Crustacés*, p. 17 et 18)

sous le nom de *Cerataspis Petiti* un crustacé dont Petit de la Saussaie lui avait envoyé trois exemplaires trouvés en pleine mer dans l'océan Indien et conservés dans l'alcool. Grâce à la générosité de M. A. Bétencourt, le laboratoire de Wimereux possède un spécimen de cette curieuse espèce dont aucun naturaliste n'a parlé depuis plus d'un demi-siècle. Ce spécimen, d'origine malheureusement inconnue, faisait partie de la collection Allaud où il était conservé depuis de nombreuses années à l'état sec. Nous n'avons donc pu en faire qu'une étude incomplète et nous attendions, pour en donner les résultats, qu'un heureux hasard nous mît entre les mains un matériel plus abondant. Mais un travail récent du professeur P.-J. van Beneden sur une autre espèce de *Cerataspis* (*C. monstrosa* Gray), dont M. Chaves a recueilli aux Açores un certain nombre d'exemplaires ([1]), nous détermine à publier dès aujourd'hui une partie de nos observations.

» Le *Cerataspis Petiti* Guérin se distingue immédiatement du *Cerataspis monstrosa* Gray (*Cryptopus Defrancii* Latreille) dont il est, d'ailleurs, très voisin, par sa taille plus grande (à peu près double) et par l'existence, sur les côtés renflés de la carapace, d'une grosse pointe spiniforme, placée au milieu de la région branchiale, dirigée latéralement et arrondie au bout. A ces caractères, indiqués par Guérin, nous pouvons en ajouter un autre : l'article basilaire de l'exopodite de la deuxième patte-mâchoire est beaucoup plus allongé chez *C. Petiti* que chez son congénère.

» La forme de la carapace et surtout celle des derniers pléopodes permettent de distinguer facilement *C. Petiti* de la troisième espèce du genre *C. longiremis* Dohrn, décrite en 1871 ([2]).

» Les rares zoologistes qui ont eu la chance d'étudier des *Cerataspis* ont émis des vues singulièrement divergentes sur la position systématique de ces Crustacés. J.-E. Gray (1828) les plaçait dans la famille des Nébaliadés. Latreille (1829) les rapprochait des *Mysis*. C'est aussi l'opinion de Guérin-Méneville qui, cependant, leur trouve certains rapports avec les Salicoques. Plus tard (1831), Latreille en fit l'ordre des Coléopodes. H.-Milne Edwards (1837) dit qu'on pourrait aussi bien les ranger dans l'ordre des Stomapodes que dans celui des Décapodes et que, par leur forme générale, ils ressemblent un peu aux Érichtes. Dohrn (1871) considère comme non douteuse la place des *Cerataspis* au milieu des Schizopodes. Enfin, dans le

---

([1]) P.-J. van Beneden, *Une nouvelle famille dans la tribu des Schizopodes* (*Bulletin de l'Académie de Belgique*), t. XXII, n° 12, p. 444 et suiv.; 1891.

([2]) Dohrn, *Zeitschr. f. Wiss. Zool.*, t. XXI, p. 362-372, Pl. 28 et 29.

Mémoire qu'il vient de publier, M. P.-J. van Beneden crée, pour ces animaux, une famille nouvelle de Schizopodes (les *Cryptopodidés*), voisine des Euphausidés, et déclare « qu'ils remplissent une lacune entre les derniers » Décapodes ou Stomapodes pour passer aux Isopodes ».

» Aucune de ces manières de voir ne nous paraît justifiée.

» L'analyse morphologique des *Cerataspis* démontre, de la façon la plus nette, qu'ils appartiennent au groupe des Décapodes et présentent à peu près tous les caractères des Pénéides typiques.

» Les antennules, les antennes sont absolument celles des Pénéides; la seconde maxille possède les quatre lames caractéristiques; l'endopodite du premier maxillipède est 5-articulé, le deuxième maxillipède est coudé; le troisième est transformé en appendice locomoteur; les pattes thoraciques sont pourvues de longues rames natatoires (exopodites); les trois premières paires sont terminées en pinces; les deux dernières sont simples, etc.

» L'importante découverte de l'embryon nauplien, due à P.-J. van Beneden, vient encore confirmer notre opinion. Car l'embryon nauplien n'a encore été observé que chez les *Euphausia* parmi les Schizopodes, tandis qu'il est au contraire très fréquent chez les Pénéides.

» On peut dire que les *Cerataspis* sont, vis-à-vis des *Penæus*, dans le même rapport que les *Lithodes* comparés aux Pagures, les Porcellanes comparées aux Galathées, les Brachyoures comparés aux Macroures; en un mot les *Cerataspis* sont des *Penæus* tendant à l'état brachyoure. Nous pouvons ajouter qu'ils sont adaptés à la vie pélagique et qu'ils ont conservé, par suite, un certain nombre de caractères embryonnaires.

» Le premier naturaliste qui ait entrevu la parenté des *Cerataspis* et des Pénéides est H.-Milne Edwards. Dans l'édition Fortin-Masson du *Règne animal* (1849) l'illustre zoologiste a donné (Crustacés, Pl. 54 *bis*, *fig.* 4 *a-i*) d'excellents dessins anatomiques de *C. monstrosa* concordant parfaitement avec ce que nous avons observé chez *C. Petiti* (¹). L'explication de la planche porte cette note : « Je me suis assuré que ce petit » Crustacé est pourvu de branchies fixées à la voûte des flancs comme » chez les Salicoques, et je suis porté à croire que ce n'est pas un type » générique, mais la larve de quelque Salicoque, probablement d'un » Pénée ».

(¹) Seul le dessin de la deuxième mâchoire (4^d) est légèrement inexact, mais il est évident qu'une des quatre lames (la seconde) était brisée dans l'exemplaire étudié par Milne Edwards; sur la figure d'ensemble l'abdomen est trop écarté du thorax.

» Comme on le voit, H.-Milne Edwards corrige et précise l'opinion, en partie erronée, qu'il avait émise, en 1837, dans le deuxième volume de l'*Histoire naturelle des Crustacés;* mais, tout en approchant de la vérité, il est encore dans l'erreur lorsqu'il considère les *Cerataspis* comme des larves.

» Depuis, J.-E.-V. Boas, dans ses belles recherches sur les Décapodes, est arrivé, par l'étude de *C. longiremis* et de *C. monstrosa*, à des conclusions identiques à celles de Milne Edwards ([1]).

» Il est regrettable que M. P.-J. van Beneden ait ignoré les Mémoires de Dohrn et de Boas et qu'il ait négligé de consulter la Pl. 54 *bis* du *Règne animal*, ce qui l'aurait dispensé de fournir de nouvelles figures du *Cryptopus Defrancii* beaucoup moins complètes, et surtout moins exactes, que celles dessinées, il y a quarante ans, par H.-Milne Edwards.

» En effet, le professeur P.-J. van Beneden n'a pas vu la première paire de pattes-mâchoires et c'est par erreur qu'il considère tous les derniers appendices thoraciques comme terminés en pinces. En réalité, les trois premières paires seules sont chélifères; les deux dernières sont simples à leur extrémité, comme l'a parfaitement indiqué Milne Edwards et comme Quoy et Guérin paraissent l'avoir vu également.

» Dans tout ce qui précède nous avons constamment employé le nom de *Cerataspis* Gray de préférence à celui de *Cryptopus* Latreille et nous avons désigné le *Cryptopus Defrancii* Latreille sous le nom de *Cerataspis monstrosa* Gray. C'est que, en effet, le Mémoire de Gray, *Spicilegia zoologica*, fasc. I, est de 1828. Lesson en a rendu compte dans le *Bulletin des Sciences naturelles* de Férussac, en 1829 (p. 471 et non p. 115). Le tome IV du *Règne animal*, nouvelle édition par Latreille, est de 1829. J.-E. Gray a donc incontestablement la priorité. En reportant à 1830 la date de publication de *Spicilegia*, van Beneden a réédité une ancienne erreur de Guérin (*Magazin de Zoologie*, Crustacés, p. 1; 1839), erreur purement typographique d'ailleurs, puisque Guérin maintient le genre *Cerataspis*.

» Nous développerons prochainement, dans un Mémoire accompagné de planches, les conclusions de la présente Note préliminaire. »

([1]) J.-E.-V. Boas, *Studier over Decapodernes Slaegtskabsforhold*, 1880, p. 42-45 et 169-170, Pl. I, *fig.* 1, 37 et 38, Pl. II, *fig.* 70, Pl. III, *fig.* 100 et Pl. VI, *fig.* 189.

ZOOLOGIE. — *Une loi embryogénique des Rhabdocœlides et des Triclades.* Note de M. **Paul Hallez.**

« Depuis la publication de mon Mémoire *Sur l'Embryogénie des Dendrocœles d'eau douce* (*Triclades*), j'ai poursuivi mes recherches sur l'embryologie des Turbellariés en les étendant aux tribus des *Rhabdocœla*, des *Alloiocœla* et aux trois tribus des Triclades, que je désigne sous les noms de *Maricola*, *Paludicola* et *Terricola*. Il n'y a que la tribu des *Acœla* que je n'ai pas encore pu étudier. Je ne m'occuperai dans cette Note que d'un seul fait du développement, mais ce fait est capital, car il domine toute la morphologie des deux ordres *Rhabdocœlida* et *Triclada* que je réunis dans une même sous-classe, celle des *Turbellaria diploblastica*, l'ordre des *Dendrocœlida* devant disparaître du vocabulaire scientifique.

» Le fait que je veux établir est basé sur l'étude d'un assez grand nombre de formes embryonnaires et est vérifié par l'Anatomie comparée. Le voici :

» Les larves des animaux que nous considérons sont sphériques ou légèrement ovoïdes, la bouche occupant alors une des extrémités de l'ovoïde. *Le pharynx provisoire, dépourvu de gaine,* comme je l'ai déjà montré pour les Triclades, est terminal et rappelle la disposition de la bouche des larves ciliées d'Anthozoaires. Dans les descriptions suivantes, je suppose la larve sphérique posée la bouche en bas. Dans ce cas, par le diamètre vertical qui se confond avec l'axe du pharynx, on peut faire passer un plan qui partage la sphère en deux hémisphères. Je désigne l'un de ces hémisphères sous le nom d'*hémisphère céphalique*, l'autre sous celui d'*hémisphère caudal*. Dans le passage de la forme sphérique à la forme définitive de l'animal, voici ce qu'on voit :

» Les deux hémisphères subissent un développement en général inégal, variable suivant les espèces. Trois cas sont à considérer :

» 1° L'hémisphère caudal croît plus vite que l'hémisphère céphalique. Conséquence : le pharynx de l'adulte est plus ou moins antérieur avec orifice buccal dirigé en avant. Ex. : *Plagiostoma rufodorsatum*.

» 2° La rapidité d'accroissement est égale dans les deux hémisphères. Conséquence : le pharynx de l'adulte est médian, l'axe du pharynx est normal à la face ventrale. Ex. : plusieurs *Mesostoma*.

» *Remarque.* — Certaines Alloiocœles ont un pharynx à peu près médian, mais trop long pour conserver la position verticale du pharynx des *Mesostoma,* dans ce cas la bouche est dirigée tantôt en avant (Ex. : *Cylindrostoma inerme*), tantôt en arrière (Ex. : *Enterostoma fingalianum*).

» 3° L'hémisphère caudal croît moins vite que l'hémisphère céphalique. Conséquence : le pharynx de l'adulte est situé dans la seconde moitié du corps avec orifice buccal dirigé en arrière. Ex. : *Monotus fuscus,* Triclades.

» Autres conséquences du développement inégal des deux hémisphères :

» *a.* Je fais remarquer d'abord que l'axe du pharynx oblique fait toujours avec la direction du plus grand accroissement un angle obtus dont l'ouverture est tournée en arrière ou en avant suivant que l'accroissement le plus rapide a lieu dans la direction caudale ou dans la direction céphalique. On a un angle droit dans le cas où l'accroissement est égal dans les deux directions antérieure et postérieure.

» Le point d'insertion du pharynx sur l'intestin semble entraîné dans le sens du plus rapide accroissement, la bouche restant fixe.

» *b.* La transformation de la symétrie radiaire primitive en la symétrie bilatérale de l'adulte est aussi une conséquence de l'inégalité du développement des deux hémisphères. En effet, l'accroissement ne se fait plus alors suivant une surface sphérique, mais suivant une surface à peu près ovoïde. Le grand axe de l'ovoïde est l'axe antéro-postérieur de l'adulte, il ne correspond pas au grand diamètre de la larve ovoïde.

» *c.* A mesure que le pharynx semble se déplacer de l'extrémité antérieure vers l'extrémité postérieure, le corps s'aplatit graduellement. A peu près ovoïde dans les espèces à pharynx antérieur, il devient presque rubané chez les Monotides et les Triclades. Entre ces deux formes extrêmes, l'Anatomie comparée montre toute une série de types intermédiaires.

» *d.* Les espèces à pharynx situé dans la seconde moitié du corps passent successivement, dans le cours de leur développement ontogénique, par des phases à pharynx antérieur, puis médian.

» *e.* L'animal est d'autant meilleur nageur qu'il a un pharynx plus antérieur et par conséquent un corps se rapprochant davantage de la forme ovoïde; il rampe d'autant plus exclusivement qu'il a un pharynx plus postérieur et un corps par conséquent plus rubané. Entre ces deux types, on trouve des espèces qui rampent et nagent indifféremment; ces espèces ont toujours un pharynx à peu près médian. Ex. : *Cylindrostoma inerme, Enterostoma fingalianum.*

» *f.* La forme à trois branches de l'intestin des Triclades est une conséquence de l'exagération de l'aplatissement du corps. Formes de passage : *Bothrioplana* et *Cercyra*. Il en est de même de la disposition folliculaire des glandes vitellines et des testicules.

» Les relations que je viens d'indiquer peuvent être résumées.

» Représentons par MV la quantité de mouvement de l'hémisphère caudal et par *mv* la quantité de mouvement de l'hémisphère céphalique, dans le passage de la symétrie radiaire à la symétrie bilatérale ; nous voyons que trois cas se présentent :

1° $MV > mv$. — Le pharynx est situé dans la première moitié du corps avec orifice buccal dirigé en avant, le corps est plus ou moins ovoïde, l'animal est nageur, les testicules et les glandes vitellines sont des glandes compactes.

» 2° $MV = mv$. — Le pharynx est médian et son axe est normal à la face ventrale, le corps est sensiblement aplati, l'animal nage et rampe indifféremment, les glandes vitellines sont toujours compactes, mais les testicules sont parfois (Alloiocœles) folliculaires.

» 3° $MV < mv$. — Le pharynx est situé dans la seconde moitié du corps avec orifice buccal dirigé en arrière, le corps est très aplati, l'animal est rampant, les testicules d'abord (Alloiocœles), les glandes vitellines ensuite (Triclades) deviennent folliculaires.

» Il y a là, comme on le voit, une loi embryogénique qui domine toute la morphologie des Rhabdocœlides et des Triclades. »

ZOOLOGIE. — *Sur la circulation du sang chez les jeunes Araignées.* Note de M. **Marcel Causard**, présentée par M. Blanchard.

« J'ai examiné la circulation chez de jeunes Araignées sur quinze genres de Dipneumones, dont les douze suivants ont été déterminés par M. Eugène Simon : *Dictyna*, *Tentana*, *Theridion*, *Epeira*, *Zilla*, *Micariosoma*, *Chiracanthium*, *Textrix*, *Clotho*, *Pardosa*, *Phlegra*, *Heliophanus*. Trois autres genres examinés provenaient d'œufs trouvés sous des pierres, sans parents.

» Mes résultats diffèrent sur quelques points de ceux obtenus par Claparède pour la Lycose. Les ramifications de l'aorte sont bien telles que les a vues cet auteur, mais la branche récurrente née des artères céphaliques conduit les globules dans une lacune occupant la partie médiane de la face

supérieure du céphalothorax, et qui n'est pas, comme on le croyait, une véritable rigole; les globules qui y circulent d'avant en arrière, en revenant des lacunes ophthalmiques, forment une sorte de nappe étalée sous les téguments, puis, se déversant sur les côtés sans suivre aucun chemin tracé, vont se réunir aux courants qui longent les parties latérales du céphalothorax. Chez les Saltigrades, dont les yeux latéraux postérieurs sont très gros et placés bien en arrière des autres, les globules qui ont circulé autour de ces yeux se rendent à la lacune médiane en suivant de véritables rigoles. Entre les yeux antérieurs médians, on voit des globules qui s'enfoncent entre ces organes pour gagner la face sternale.

» Chez des Araignées ayant déjà subi la première mue et encore transparentes, on observe dans le céphalothorax d'autres ramifications des artères céphaliques, non remarquées par Claparède. Ces canaux qui se mettent en communication avec la branche récurrente de l'artère céphalique, dont il est parlé plus haut, ramènent les globules vers la partie postérieure du céphalothorax; en certains points de leur trajet, on voit même des globules surgir de la profondeur des organes. La disposition de ces canaux est la même dans tous les genres étudiés, sauf chez les Saltigrades, où elle est un peu différente. L'apparition de ces ramifications qui n'existent pas aussitôt après la naissance est fort intéressante, en ce qu'elle montre que si, à la suite de l'étude exclusive des jeunes Araignées, le système artériel de ces animaux a pu être considéré comme fort peu ramifié, il est cependant susceptible de se compliquer et d'atteindre chez les adultes le développement que les recherches de M. Blanchard, confirmées par celles de M. Schneider ont mis en évidence.

» Dans les appendices, les globules du courant artériel se suivent en file étroite. Le courant veineux est plus large et forme une sorte de nappe sous les téguments, du côté de l'extension; il peut être momentanément subdivisé par des masses musculaires.

» J'ai retrouvé dans tous les genres étudiés les branches sternales des artères pédieuses, qui débouchent dans les lacunes sternales transverses. Dans la lacune sternale médiane, les globules arrivent des parties profondes principalement à travers une sorte d'échancrure correspondant à l'intervalle des deuxième et troisième paires de pattes. De ces globules, les uns vont vers l'arrière, les autres vers l'avant, pour se déverser finalement dans les lacunes transverses et rejoindre sur les côtés du thorax les courants veineux revenant des appendices.

» La route suivie par les globules du sang dans les diverses lacunes céphalothoraciques paraît, d'ailleurs, pouvoir être un peu variable.

» Au point où elle se divise pour donner les artères pédieuses, chaque crosse de l'aorte émet vers la face sternale une courte branche; les deux courants sanguins ainsi formés contournent l'estomac suceur, et, se rejoignant ensuite, cheminent au-dessous de l'œsophage, et viennent apparaître sous les téguments, déversant de nombreux globules au milieu de la lacune sternale médiane. C'est probablement la première des anastomoses transverses décrites par M. Schneider, celle qui donne la *sous-œsophagienne*.

» Malgré la faible transparence de l'abdomen, le cœur est généralement bien visible, ainsi que les deux paires antérieures de ses orifices (*pylocardes* de Schneider). La paire postérieure est généralement fort difficile à voir. Le sang qui revient des poumons dans le péricarde pénètre dans le cœur en partie par les orifices antérieurs, en partie par les orifices moyens. Dans la partie postérieure du péricarde, les globules circulent *d'arrière en avant*, pour aboutir aux orifices moyens et postérieurs. Le sang qui, pénétrant dans la partie antérieure du cœur, n'est pas lancé dans l'aorte, circule dans cet organe *d'avant en arrière*. J'ai cependant vu une fois, dans la région antérieure du cœur, le courant sanguin se produire *d'arrière en avant*, parce que la plus grande partie du sang revenant du poumon gagnait les orifices moyens au lieu des orifices antérieurs du cœur.

» Je n'ai pas pu observer directement de globules sortant du cœur par les artères latérales de M. Schneider; mais, sur de jeunes *Heliophanus*, j'ai pu voir dans la partie postérieure du corps un courant sanguin s'éloigner du cœur en divergeant pour se perdre dans le foie. Sur de jeunes *Dictyna* et *Chiracanthium*, j'ai aperçu sur les côtés de l'abdomen un courant de globules se dirigeant vers la face ventrale, et qui probablement appartenait à l'une de ces artères.

» Le sang qui s'échappe de la partie postérieure du cœur se rend dans la lacune pygidiale qui entoure l'anus et les filières. Il se divise en deux courants qui gagnent la face ventrale; quelques globules se séparent des autres pour circuler dans les filières, avant de rejoindre la route commune. Ces deux courants se dirigent en avant, en suivant les muscles longitudinaux ventraux et se mêlent aux courants venus du céphalothorax dans l'intervalle qui sépare les deux poumons. Les globules disparaissent derrière les feuillets respiratoires pour reparaître du côté externe et s'en-

gouffrer en tourbillonnant dans la veine pulmonaire correspondante qui les amène au péricarde, en face des orifices antérieurs.

» Tout le sang qui arrive au cœur n'a pas préalablement passé par les poumons. On voit, en effet, sur les côtés de l'abdomen des globules qui, sortant probablement de la masse du foie, apparaissent sous les téguments et y circulent pour se rendre dans le péricarde, d'où ils pénètrent dans le cœur. Sur de jeunes *Pardosa,* j'ai vu des globules quitter les deux courants abdominaux, les uns près des filières, les autres vers le milieu de la face ventrale, contourner les côtés de l'abdomen et venir tomber directement dans le péricarde. Enfin, chez de jeunes *Pardosa* et *Heliophanus,* des globules, au lieu de pénétrer dans le poumon, en contournaient le bord extérieur, puis circulant sous les téguments se rendaient directement dans le péricarde.

» En résumé, le système vasculaire, très peu ramifié chez les Araignées naissantes, se complique plus tard; le sang veineux circule dans un ensemble très étendu de lacunes. Tout le sang veineux du céphalothorax s'hématose avant d'arriver au cœur, une partie de celui de l'abdomen revient directement au péricarde et de là au cœur sans passer par les poumons. »

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte des Bactryllium dans le trias de Meurthe-et-Moselle.* Note de MM. **Bleicher** et **P. Fliche**, présentée par M. Daubrée.

« Heer, le premier, a signalé et décrit, sous le nom de *Bactryllium,* de petits organismes rencontrés dans le keuper de Schambelen en Suisse, dans celui des Alpes du Vorarlberg et du versant italien de ces montagnes. Il les a rapprochés avec doute des Diatomées parmi lesquelles, malgré leur exiguïté, ils constitueraient, au regard des formes actuelles, de véritables géants.

» Depuis les travaux de l'éminent naturaliste suisse, ces curieux fossiles ont été trouvés en abondance sur divers autres points des Alpes italiennes et du golfe de la Spezzia; on les a signalés aussi dans le trias des Pyrénées, enfin dans le muschelkalk des environs de Heidelberg; d'après un renseignement qu'a bien voulu nous fournir M. le professeur Andreæ, ils paraissent être fort rares dans cette dernière localité.

» Nous les avons rencontrés dans le département de Meurthe-et-Moselle à la partie supérieure des marnes irisées, où elles abondent souvent, mais

sous une forme qui, si elle ne laissait aucun doute, quant à la détermination générique, dénotait une espèce assez différente de celles décrites par Heer. C'est elle qui a été indiquée dès 1887 dans un Ouvrage publié par l'un de nous ([1]).

» Depuis cette époque, M. Lebrun, architecte et géologue à Gerbévillers, nous a remis une plaque calcaire, provenant du muschelkalk de Mervaville (environs de Ménil-Flin, Meurthe-et-Moselle), absolument couverte par des bâtonnets que nous avons pu sûrement rapporter à une des espèces de Heer, le *B. canaliculatum*. Nous avons retrouvé celle-ci en moins bon état, mais encore parfaitement déterminable, sur une plaque calcaire, également dans le muschelkalk de Meurthe-et-Moselle, dans la localité bien connue de Mont-sur-Meurthe. Les deux gisements que nous venons de nommer sont exactement au même niveau, c'est-à-dire au-dessus des couches à *Ceratites nodosus*, et immédiatement au-dessous de celles à *Myophoria Goldfussi*. Cette dernière espèce paraît accompagner très exactement ensuite les *Bactryllium;* car nous l'avons rencontrée jusqu'à la partie supérieure des marnes irisées, avec l'espèce de ce dernier genre que nous avions d'abord recueillie à cet horizon.

» Sur l'espèce de Heer, nous n'avons rien à ajouter à ce qui a été dit avant nous; mais il nous semble bon de nommer ici et de décrire celle que nous avons découverte, puisqu'elle sera facile à reconnaître, même sans la figure que l'un de nous se propose de donner dans un travail d'ensemble sur la flore du trias lorrain.

» *B. minutum* n. sp. — Bâtonnets, à surface lisse, présentant une longueur de $0^{mm},9$ à $1^{mm},5$ sur une largeur de $\frac{1}{4}$ de millimètre.

» Essey-la-Côte et quantité d'autres localités keupériennes dans Meurthe-et-Moselle; entre Mirecourt et Mattaincourt dans les Vosges.

» Nous ajouterons que les *Bactryllium* dans le trias lorrain sont toujours calcaires au lieu d'être siliceux, comme la plupart des échantillons étudiés précédemment. Il en résulte que dans la roche plus ou moins siliceuse qui les contient, dans le keuper, ils ont souvent été dissous, laissant seulement leur moule en creux.

» Les faits sur lesquels nous venons d'appeler l'attention de l'Académie nous semblent conduire aux conclusions suivantes :

» 1° Au point de vue paléontologique, les *Bactryllium*, quelles qu'en soient les réelles affinités, paraissent avoir vécu en abondance dans toutes

---

([1]) G. Bleicher, *Guide du géologue en Lorraine*, p. 41.

les mers du trias supérieur en Europe, et sous des formes variées, parfois locales, puisque, indépendamment de celles qui ont été décrites par Heer, nous en avons trouvé en abondance une fort nettement différente de celles-ci.

» 2° Au point de vue géologique, les *Bactryllium* constituent des fossiles que l'on est à peu près sûr de trouver partout dans le trias supérieur et qui n'existent que là; ils sont donc à la fois caractéristiques et d'un usage d'autant plus précieux que généralement les couches du keuper sont très pauvres en fossiles.

» En outre, la distribution de ces organismes dans le trias lorrain, la présence que nous venons de signaler de la *Myophoria Goldfussi* jusqu'à la partie supérieure du keuper, viennent à l'appui de l'opinion des géologues qui font descendre cet étage plus bas qu'on ne l'avait d'abord admis, et qui lui réunissent toutes les couches où l'on rencontre la bivalve que nous venons de nommer. »

PHYSIOLOGIE. — *Applications à la Physiologie normale et pathologique de la perte temporaire d'activité des tissus par la cocaïnisation locale*. Note de M. **Ch.-A. François-Franck**, présentée par M. Marey.

« Les propriétés paralysantes, locales et transitoires de la cocaïne, si largement utilisées en clinique sur les terminaisons sensitives, peuvent être appliquées à une foule de recherches de Physiologie normale et pathologique : on n'en a cependant tiré jusqu'ici qu'un parti très incomplet, en limitant cette application à l'étude de quelques fonctions du cerveau, du bulbe et de la moelle. Depuis plusieurs années, j'ai essayé d'étendre à l'analyse des fonctions des nerfs périphériques et à l'étude du cœur cette action suspensive localisée de la cocaïne : ce sont les résultats généraux de ces recherches, développées dans mes Leçons, de 1888 à 1892, que j'indiquerai sommairement dans cette Note.

» I. *Section physiologique temporaire des nerfs*. — On a signalé, sans y insister autrement, dès le début des études méthodiques sur l'action anesthésiante locale de la cocaïne (Von Anrep, 1880; Laborde, Charpentier, etc., 1884), l'effet paralysant de la cocaïne sur les troncs nerveux mixtes : j'ai cherché à tirer parti de cette notion pour l'étude des fonctions de différents nerfs, en substituant la cocaïnisation locale, par imbibition ou par injection interstitielle, à la section nerveuse. De cet ensemble d'expériences résulte le fait que la cocaïnisation locale d'un nerf sensitif ou

moteur équivaut à sa section et qu'elle lui est supérieure à beaucoup d'égards, comme procédé d'analyse, surtout en ce qu'elle ne supprime pas définitivement la conductibilité nerveuse et permet d'assister à la restitution des fonctions momentanément supprimées; de plus, les expériences qui sont réversibles sont aussi renouvelables, à courte échéance, sur le même sujet.

» L'exemple le plus démonstratif est fourni par la *double vagotomie transitoire* qu'on obtient, en quelques secondes, par l'injection, dans la gaine des deux nerfs vago-sympathiques du chien, de deux ou trois gouttes d'eau contenant 5^{mgr} à 8^{mgr} de chlorhydrate de cocaïne. L'effet complexe de la double section apparaît rapidement : les filets *centrifuges* cardiaques, pulmonaires, abdominaux, vaso-moteurs céphaliques, pupillaires, etc., tout aussi bien que les filets *centripètes* provenant du cœur, du poumon, des viscères de l'abdomen, etc., sont fonctionnellement interrompus sur leur trajet et l'on assiste à l'apparition graduelle de tous les troubles qui résultent de cette section physiologique. Après une période d'état paralytique, plus que suffisante pour analyser et enregistrer les conséquences de cette suppression de la conductibilité nerveuse, se produit la restitution graduelle et complète de l'activité des nerfs : la cocaïnisation locale ne laisse, en effet, après elle aucun reliquat paralytique, grâce à l'absence d'une combinaison fixe entre la cocaïne et le protoplasma.

» Cette réparation intégrale constitue le principal avantage de la méthode et sa supériorité sur la section anatomique, car elle permet la contre-épreuve.

» La zone cocaïnée est directement inexcitable, mais la perte d'excitabilité ne s'étend guère qu'à 1^{cm} ou 2^{cm} dans les deux sens en dehors de la région qui a subi le contact de la substance paralysante, comme le montrent les injections interstitielles colorées et les excitations localisées. Cette même zone imprégnée de cocaïne met également obstacle à la conductibilité du nerf pour les excitations artificielles ou physiologiques venant du centre ou de la périphérie, et la section anatomique des nerfs cocaïnés n'ajoute rien à l'effet de leur section physiologique.

» J'ai repris, avec ce procédé d'étude, et contrôlé en les complétant, mes anciennes expériences sur l'innervation modératrice, accélératrice et sensitive du cœur, sur l'innervation vaso-motrice du poumon, sur l'action pupillaire des nerfs sympathique et trijumeau, sur la sensibilité récurrente de différents nerfs, et notamment du nerf pneumogastrique, etc., toutes recherches qui seront exposées plus tard en détail.

» II. *Suppression par la cocaïnisation locale de l'excitabilité directe des différentes parties du cœur.* — La cocaïne agit sur le tissu musculaire comme sur tous les éléments organiques, en en produisant la paralysie et l'inexcitabilité temporaires. En appliquant cette donnée à l'étude du cœur, j'ai pu constater ainsi quelques faits nouveaux, intéressants au point de vue de la technique expérimentale et de la théorie du fonctionnement neuro-musculaire du cœur. C'est ainsi que la cocaïnisation locale d'une oreillette, par injection interstitielle d'environ 10^{mgr}, rend cette oreillette indifférente aux excitations électriques ou traumatiques qu'elle peut subir, et supprime, par suite, le retentissement sur le cœur tout entier de l'état ataxique local qu'on provoque par les excitations de l'oreillette normale. De même l'application d'une petite dose de cocaïne à la surface d'une région circonscrite quelconque des ventricules soustrait cette région et le reste de la masse ventriculaire aux effets tétanisants, rapidement suivis de trémulation fibrillaire et d'état diastolique définitif, que produisent, sur le myocarde ventriculaire, les irritations faradiques et souvent même les irritations mécaniques.

» Le myocarde ventriculaire cocaïné par l'extérieur ou par imprégnation capillaire, ayant perdu plus ou moins complètement son excitabilité, résiste d'une façon remarquable à l'action tétanisante subitement mortelle de certains poisons qui, comme la digitaline et la strophantine, tuent brusquement le cœur en le mettant exactement dans le même état que les excitations électriques.

» III. *Suppression des réactions réflexes d'origine cardio-aortique par la cocaïnisation localisée.* — J'ai étudié, dans plusieurs travaux antérieurs (Académie de Médecine, Société de Biologie, Archives de Physiologie, à partir de 1883), les réactions réflexes cardio-excitatrices, vaso-constrictives, respiratoires-spasmodiques, etc., que produisent les irritations endocardiaques et aortiques : la suppression de ces réactions par la cocaïnisation interstitielle des régions irritées est venue montrer, par un procédé nouveau, la réalité de ce mécanisme nerveux. Elle a permis, en outre, de faire plus exactement le départ des troubles mécaniques et des troubles réflexes produits par les lésions valvulaires expérimentales du cœur.

» La même méthode, appliquée à la recherche des effets locaux et lointains provoqués par des irritations variées des organes profonds (rein, estomac, poumon), a fourni des résultats intéressants pour la physiologie pathologique d'un certain nombre de faits cliniques.

» Les résultats qui précèdent ne constituent que des exemples montrant

l'intérêt de la cocaïnisation locale comme procédé d'analyse physiologique ; ils seront développés dans une étude d'ensemble sur l'action locale et générale de la cocaïne, qui sera prochainement publiée [1] ».

ASTRONOMIE. — *Observation d'un bolide;* par M. **L. Simon.** Extrait d'une Lettre à M. Wolf.

« Le 24 avril, à 11^h55^m du soir, je me trouvais sur la place de l'Europe, ayant devant moi la percée de la rue de Londres. A ce moment je vis paraître dans le ciel un bolide d'une dimension et d'un éclat rare, car je ne me souviens pas d'en avoir jamais vu un pareil. Sa surface représentait environ deux à trois fois la surface apparente de la Lune dans son plein. Sa forme se rapprochait plutôt de celle du carré que de celle d'un cercle. Pendant la durée de son apparition, qui a été d'environ deux à trois secondes, il a brillé d'un éclat très vif, analogue à celui de la lumière électrique, avec des reflets bleuâtres sur les contours. Il laissait derrière lui, dans sa chute, des étincelles lumineuses d'une teinte moins bleuâtre et qui disparaissaient rapidement.

» La marche de cet aérolithe était de gauche à droite, par conséquent à peu près de l'est à l'ouest, mais sous un angle très ouvert (70° à 80°) par rapport à l'horizon.

» Il a traversé ainsi la plus grande partie du champ que laissait devant moi la rue de Londres, mais cessant d'être lumineux avant de disparaître derrière les maisons. Quant à l'espace parcouru, je peux l'estimer à peu près à la longueur occupée par trois à quatre étages des maisons qui se trouvaient devant moi à environ 200 mètres. »

MM. **Berrus et Berthot** adressent une Note « Sur une nouvelle roue hydraulique horizontale. » (Extrait.)

« La roue hydraulique dite pendante, à côté d'un mauvais rendement, offre l'avantage de ne pas nécessiter la création de chutes d'eau; pour l'améliorer, nous avons pris une roue horizontale, à palettes mobiles qui se placent dans le fil du courant quand la vitesse tangentielle est opposée à la leur. En d'autres termes, la moitié des palettes de la roue agit avec

(1) Travail du Laboratoire de Physiologie pathologique des Hautes Études.

la plus grande surface possible et l'autre moitié avec la plus petite, c'est-à-dire avec la tranche des aubes.

M. P.-A. Merlateau adresse une Note sur la théorie de l'injecteur Giffard.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 mars 1892.

(*Suite.*)

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein, etc., etc., von Dr Albert Heim. Bern, 1891; in-4°.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Ueber die fluvioglacialen Ablagerrengen der Nordschweiz, etc. etc., von Dr Léon du Pasquier. Bern, 1891; in 4°.

Atti della reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche, serie seconda, vol. IV. Napoli, 1891; gr. in-4°.

Sulle proprietà termiche dei vapori, Parte III. Memoria di Angelo Battelli. Torino, Carlo Clausen, 1891; in-4°.

Οἱ ἴχθυες τῶν γλυκέων Χρ. 'Αποστολιδοῦ. 1892; in-8°.

ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО АРХЕОАОГИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА. Томъ V. Санктпетербургъ, 1891; in-8°

Anuario del Observatorio de la Plata para el año 1892. La Plata, 1892; 1 vol. in-18.

Measures of positions and areas of Sun spots and faculæ in photography taken at Greenwich, Dehra Dun and Melbourne; with the deduced heliographic longitudes and latitudes, 1878-1881. Londres, 1891; fasc. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 9 MAI 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Photographies des protubérances solaires à l'Observatoire de Paris par M. Deslandres.* Note de M. **Mouchez**.

« Depuis deux ans le service de Spectroscopie, organisé à l'Observatoire de Paris et placé sous la direction de M. Deslandres, fonctionne activement et a produit déjà des résultats d'un grand intérêt, aussi bien pour l'étude du Soleil que pour celle des étoiles.

» C'est à l'aide du sidérostat de Foucault que sont maintenant photographiées les protubérances chaque jour que le permet l'état du ciel; 1500 épreuves ont déjà été faites depuis un an.

» Les protubérances avaient été jusqu'ici étudiées par l'observation oculaire avec leur radiation rouge due à l'hydrogène, mais M. Deslandres a reconnu que les radiations H et K du calcium dans ces protubérances

sont au moins aussi intenses que celles de l'hydrogène; elles sont violettes et se prêtent aisément à un relevé photographique supérieur au relevé fait jusqu'ici par l'observation oculaire.

» Les épreuves présentées sont obtenues avec un spectroscope à fente étroite, ce qui permet d'avoir, outre les dimensions de la protubérance, la vitesse avec laquelle ses différents points se rapprochent ou s'éloignent de la Terre.

» Des spectroscopes différents de puissance croissante ont été successivement employés; le dernier permet de déterminer la vitesse radiale à un kilomètre près. Les relevés du deuxième semestre de 1891 montrent déjà des protubérances avec des mouvements considérables; mais en 1892 l'activité du Soleil ayant encore augmenté, les protubérances dites *éruptives* sont devenues plus nombreuses. Une des épreuves montre les diverses phases de ces éruptions prises à quelques minutes d'intervalle.

» Ces résultats prouvent la très grande utilité qu'il y aurait à installer des appareils spéciaux destinés à enregistrer d'une manière continue et automatique les mouvements de l'atmosphère solaire par cette nouvelle méthode photographique. Nous organiserons ce nouveau service dès que nous pourrons obtenir les crédits nécessaires. Il fournira certainement des documents beaucoup plus complets et plus intéressants que ceux qu'on obtient par les observations oculaires qui se font aujourd'hui dans quelques Observatoires. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la propagation des oscillations hertziennes.* Note de M. **H. Poincaré.**

« Depuis que nous savons avec quelle rapidité s'amortissent les oscillations hertziennes, la théorie donnée par Hertz pour la propagation de ces oscillations le long d'un fil ne peut plus paraître suffisante; je crois qu'on peut la remplacer par une théorie plus approchée en appliquant la méthode que j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie dans une Communication récente.

» Considérons un fil très mince et rectiligne que je prendrai pour axe des z; ce fil aura une extrémité libre ou non que je prendrai pour origine des coordonnées et il sera indéfini dans l'autre sens. Je suppose qu'à l'origine des coordonnées une cause quelconque produise une perturbation quelconque. Comment cette perturbation va-t-elle se propager le long du fil et dans le diélectrique environnant?

» Soient A un point quelconque du fil, u la distance du point A à l'origine.

» Soient M un point du diélectrique, x, y, z ses coordonnées, ρ sa distance au fil, r sa distance au point M, r_0 sa distance à l'origine, de sorte que

$$\rho^2 = x^2 + y^2, \qquad r^2 = \rho^2 + (z - u)^2, \qquad r_0^2 = \rho^2 + z^2.$$

» Je supposerai que la perturbation se propage le long du fil avec une vitesse constante et égale à la vitesse de la lumière ; je choisirai les unités de telle façon que cette vitesse soit égale à 1.

» Soit alors $F(u - t)$ le courant au point A.

» Soit Π la fonction de Hertz, c'est-à-dire une fonction de ρ, z et t telle que la force magnétique et les deux composantes de la force électrique perpendiculaire et parallèle au fil soient respectivement.

$$\frac{d^2\Pi}{d\rho\, dt}, \quad -\frac{d^2\Pi}{d\rho\, dz}, \quad \frac{d^2\Pi}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho}\frac{d\Pi}{d\rho}.$$

» Nous aurons alors, en appliquant la formule que j'ai donnée dans ma Communication citée plus haut,

$$\Pi = \int_0^\infty \frac{F(u - t + r)\, du}{r}.$$

» En posant

$$u - t + r = \alpha,$$

il vient

$$\int_{r_0 - t}^\infty \frac{F(\alpha)\, d\alpha}{\alpha + t - z};$$

d'où

$$\frac{d\Pi}{d\rho} = -\frac{F(r_0 - t)}{r_0 - z}\frac{\rho}{r_0}.$$

» Si le point M est très voisin du fil, r_0 différera très peu de z, de sorte qu'on aura à peu près

$$\frac{d\Pi}{d\rho} = -2\frac{F(z - t)}{\rho};$$

d'où cette conséquence, que dans le voisinage immédiat du fil, la force magnétique et la composante de la force électrique perpendiculaire au fil varient à peu près en raison inverse de ρ.

» On trouvera de même l'expression de la composante parallèle au fil;

cette expression est assez compliquée. Je me bornerai à dire que si le point M est très voisin du fil, elle se réduira approximativement à

$$\frac{2}{z}[F(z-t)-F'(z-t)].$$

» Elle reste donc finie pour $\rho = 0$ et est par conséquent beaucoup plus petite que l'autre.

» L'équation exacte des lignes de force électrique est

$$F(r_0 - t)\left(1 + \frac{z}{r_0}\right) = \text{const.}$$

» On voit que ces lignes viennent couper normalement le fil; cela justifie l'hypothèse faite au début que la vitesse de propagation dans le fil est égale à celle de la lumière.

» Mais nous ne rendons pas compte ainsi du fait observé par M. Blondlot, que la perturbation s'amortit en se propageant. Il faudrait donc pousser l'approximation plus loin que je ne l'ai fait; peut-être faudrait-il tenir compte du diamètre du fil. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la vie résiduelle et les produits du fonctionnement des tissus séparés de l'être vivant;* par MM. **Arm. Gautier** et **L. Landi.**

« I. — Lorsque chez un animal en pleine santé, les fonctions générales sont brusquement supprimées par la mort, chacun des tissus est-il définitivement frappé par elle dans son évolution; ou bien, vivant alors pour son propre compte, chaque cellule continue-t-elle à fonctionner, épuisant par une sorte de vie résiduelle ou fermentative, les réserves dont elle dispose, végétant à la façon des microbes et des levures et passant comme ces dernières de la vie aérobie à la vie anaérobie?

» En un mot, la suppression de la vie d'ensemble supprime-t-elle la vie de chaque cellule, et si celle-ci se continue, existe-t-il quelque relation entre cette vie résiduelle et la vie proprement dite, entre ses produits et ceux qui se formaient lorsque les mêmes tissus faisaient partie de l'organisme vivant?

» Plusieurs faits déjà connus, mais dont on n'a pas tiré toutes les conséquences, nous ont fait penser que les tissus continuent à vivre après

la mort en ce sens que grâce à leur organisation, à leurs ferments solubles, ils transforment leurs matériaux et font disparaître leurs réserves, les remplaçant par des produits de dénutrition qui sont en relation étroite avec ceux qui se formaient durant la vie. Nous pensons même pouvoir montrer par la suite de ces recherches que ce mode de désassimilation constitue le vrai fonctionnement élémentaire, autonome, de chaque cellule, et que ce n'est que secondairement que, pendant la vie d'ensemble, il est excité, complété, continué par l'accession de l'oxygène et par la circulation qui modifient, détruisent ou emportent ces produits de dénutrition.

» De la persistance de la vie des tissus après la mort et de leur fonctionnement autonome, nous avons de nombreux indices. Nous savons que les muscles frais enlevés à l'animal continuent quelque temps à absorber l'oxygène, à dégager de l'acide carbonique et à répondre aux excitations électriques. M. Brown-Séquard a même démontré qu'alors que la rigidité cadavérique les a depuis quelque temps atteints, ils sont le siège tantôt de tremblements et de trémulations brusques, tantôt de contractions très lentes suivies d'allongements (¹). En ce qui touche au tissu nerveux, le même auteur a prouvé que l'excitation et la vie de l'axe cérébro-spinal entretient cette contracture musculaire qui suit la mort de l'animal et qui disparaît aussitôt qu'on détruit la moelle (²). Quant aux glandes, l'on sait que le glycogène du foie se consomme lentement après la mort, ainsi que cela se passait durant la vie, et que dans le pancréas, arraché à un animal vivant, le zymogène se transforme en ferment pancréatique dont la quantité, presque nulle pendant la vie, augmente sans cesse plus de vingt-quatre heures après qu'elle a pris fin.

» Le présent travail a pour but d'établir sur des preuves chimiques la réalité de cette vie résiduelle, et la nature de ce fonctionnement *post mortem*, ainsi que ses relations avec celui dont les tissus étaient le siège lorsqu'ils concouraient à la vie d'ensemble.

» Nous avons abordé ce problème difficile en nous adressant particulièrement, tout d'abord, au tissu musculaire qui, par sa masse et ses fonctions, joue un rôle prépondérant dans l'économie. D'une part, en effet, on peut se procurer ce tissu à l'état sain, homogène et en masse; de l'autre, on possède de bonnes méthodes pour en séparer et doser chacun des

(¹) *Arch. de Physiologie* pour 1890, p. 726.
(²) *Ibid.;* janvier 1892.

principes immédiats. Enfin, ceux-ci sont assez variés pour qu'on puisse espérer en voir quelques-uns se transformer et disparaître et d'autres rester au contraire inaltérés. Parmi les trois grandes classes de principes, corps albuminoïdes, graisses et hydrates de carbone, qui composent la chair musculaire, il était intéressant de distinguer ceux qui subiraient les variations principales.

» II. — Pour étudier cette question délicate, nous avons institué les expériences suivantes :

» Durant les froids de l'hiver 1890-1891, on prit un bloc de viande maigre emprunté à la cuisse d'un bœuf bien sain qui venait d'être sacrifié. Ce bloc pesait un peu plus d'un kilogramme. La viande, aussitôt congelée, fut transportée, entourée de glace, au laboratoire, dépouillée de ses aponévroses et des graisses adhérentes, puis découpée, pendant qu'elle était encore un peu au-dessous de 0°, en trois lanières subdivisées elles-mêmes en six parts chacune. On fit de ces dix-huit morceaux trois lots, empruntés à chacune des lanières, de façon que chaque lot fût, autant que possible, également formé de morceaux de chaque lanière et eût une composition moyenne très rapprochée. Chacun de ces lots fut exactement pesé à l'état frais.

» *Premier lot.* — Il fut immédiatement soumis à l'analyse. On y dosa :

» *L'eau, le résidu sec total, les graisses, les albuminoïdes solubles, les albuminoïdes insolubles, les collagènes, les substances peptonisables, le glycogène, la glycose, l'urée, l'acide lactique libre ou combiné, les matières extractives indéterminées, les composés basiques, les sels minéraux solubles et insolubles, l'ammoniaque, les gaz, l'acidité totale exprimée en soude.*

» *Deuxième lot.* — Les six morceaux qui le composaient furent séparément plongés dans de l'eau bouillie froide ayant reçu, après refroidissement, $\frac{1}{2}$ pour 100 d'acide cyanhydrique destiné à enlever et tuer les microbes superficiels. La viande, essuyée au papier humecté de la même liqueur, était ensuite enfilée dans un fil de platine flambé, et le chapelet placé dans une longue et large allonge de verre effilée et fermée à sa partie inférieure. Un gros bouchon de caoutchouc stérilisé, muni d'un tube et revêtu de caoutchouc fondu fermait l'allonge et supportait le chapelet de viande. Grâce à un dispositif approprié, le vide était fait dans l'allonge, l'air remplacé par de l'acide carbonique filtré sur coton aseptique, et le vide refait à nouveau. Enfin l'appareil fut scellé et laissé du 18 février au 14 mars (vingt-quatre jours) à une température variant de + 2° à + 14°, puis du 14 au 25 mars (onze jours) porté dans l'étuve à 38°-40°.

» La viande ainsi traitée ([1]) laisse, surtout vers 20° à 30°, exsuder une liqueur épaisse jaunâtre ou rouge, qui se remplit à l'étuve de grumeaux couleur chair. Mais le muscle garde son bel aspect de viande fraîche. A l'ouverture de l'appareil, après avoir recueilli les gaz, on constata que la chair musculaire ainsi conservée (trente-trois jours, dont onze à 38°-40°) n'exhalait aucune odeur désagréable; elle sentait seulement un peu le rosbif froid. L'examen bactériologique fait avec soin fit découvrir à la surface quelques très rares bactéries ([2]). Mais la liqueur exsudée, aussi bien que les raclures superficielles de cette viande, soumises aux cultures appropriées, restèrent complètement stériles, aussi bien dans les milieux aériens que dans l'azote pur.

» Dans cette chair musculaire restée à l'abri de l'oxygène et de toute altération microbienne, ainsi que dans la liqueur sécrétée par elle, nous avons dosé toutes les substances indiquées au Premier lot.

» *Troisième lot.* — Il fut traité comme le second et conservé dans une allonge semblable quatre-vingt-treize jours (du 18 février au 21 mai 1891) dans la cour du laboratoire à une température qui varia de + 2° à + 25°, puis il fut analysé semblablement. Dans ce cas aussi, la viande sécréta, lorsque la température atteignit 20° environ, et plus d'un mois après avoir été introduite dans l'allonge, une liqueur rouge qui se remplit, vers 25°-30°, de grumeaux coagulés. Seule la partie la plus inférieure de cette viande s'était légèrement décolorée. Les gaz recueillis n'avaient aucune odeur, et les cultures donnèrent des résultats négatifs. Ce lot fut analysé comme les deux autres.

» Le Tableau suivant donne la composition comparative des trois lots de la même viande fraîche et conservée, de la liqueur exsudée et des gaz produits. Tous les résultats sont rapportés à 100^{gr} de viande fraîche primitive.

([1]) On ne cite ici que l'une des expériences. Dans d'autres et surtout lorsqu'il s'est agi d'étudier les gaz produits, on stérilisait la viande en la plongeant toute congelée dans de l'eau bouillante additionnée de $\frac{1}{5}$ pour 100 d'acide orthosulfophénique. La couche la plus externe était ainsi portée à 100° et stérilisée; mais, à moins de 5 millimètres de sa surface, la chair restait rouge, et même congelée, grâce à sa faible conductibilité pour la chaleur; on la passait alors dans un bain d'eau distillée bouillante et on la plaçait dans l'enceinte stérilisée.

([2]) Nous pensons que c'étaient les bactéries déposées au début sur la viande fraîche, et stérilisées par la chaleur et les antiseptiques.

Tableau de la composition d'une même viande à l'état frais, puis après avoir été conservée à l'abri de tout ferment étranger.

Principes immédiats dosés.	I. Viande fraîche.	II. — Viande conservée, 34 jours de + 2° à + 40°. Liqueur exsudée.	Partie solide.	Total.	III. — Viande conservée, 93 jours de + 2° à + 25°. Liqueur exsudée.	Partie solide.	Total.	Résultats moyens. Viande fraîche.	Viande conservée.
Eau (et traces de corps volatils à 105°).	68,780	17,348	51,643	68,991	8,696	60,647	69,343	68,780	69,177
Albuminoïdes solubles et coagulables..	3,453	0,662	0,803	1,465	0,402	1,135	1,537	3,453	1,501
Substances caséiniques.............	Indosables.	0,483	»	0,483	0,248	Trace.	0,248	Trace.	0,366
Albuminoïdes insolub. et peptonisables.	15,741	0,00	15,545	15,545	0,00	15,779	15,779	15,741	15,662
Albuminoïdes insolub. non peptonisabl.	Indosables.	0,00	Trace.	Trace.	0,00	Trace.	Trace.	Indosables.	Trace,
Collagènes, peptones et substances indéterminées.....................	3,210	0,790	2,488	3,278	0,239	2,823	3,062	3,210	3,170
Corps basiques solubles dans l'alcool..	0,578	Trace.	0,608	0,608	0,047	0,891	0,938	0,578	0,773
Corps basiques insolubles dans l'alcool, et solubles dans l'eau.............	0,350	0,654	1,284	1,938	0,191	0,860	1,051	0,350	1,495
Graisses et autres corps solubles dans l'éther.........................	6,448	0,093	6,017	6,110	0,019	6,300	6,319	6,448	6,214
Glycogène.........................	0,389	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,389	0,00
Glycose...........................	Traces.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Traces,	0,00
Ammoniaque totale.................	0,020	0,001	0,026	0,027	0,021	0,027	0,048	0,020	0,037
Acide lactique libre................	0,00	0,00	0,001	0,001	0,00	0,00075	0,00075	0,00	0,0004
Acide lactique des lactates...........	Trace.	Trace.	0,00	Trace.	Trace.	0,00	Trace.	Trace.	Trace.
Sels minéraux solubles..............	1,125	0,316	0,681	0,997	0,239	0,847	1,086	1,125	1,041
Sels minéraux insolubles............	0,246	0,094	0,287	0,381	0,065	0,208	0,273	0,246	0,327
Gaz (en poids).....................	0,040	»	»	0,090	»	»	0,102	0,040	0,136
Total..................	100,380	20,441	79,382	99,914	10,167	89,518	99,789		
Acidité exprimée en poids de soude NaOH et rapportée à 100gr de viande.	Neutre.	0gr,1097	0gr,393	0gr,527	0gr,0464	0gr,0656	0gr,1120	0gr,00	0gr,3069

Gaz en volumes (1).

	I.	II.	III.
CO^2........	18cc,35	24cc,35	27cc,50
Az.........	0,88	0,78	1,10
H..........	0,00	3,20	4,70

(1) Le n° I correspond aux gaz extraits de 100gr de viande fraîche; II et III répondent aux gaz émis par 100gr de viande épuisée de ses gaz primitifs, puis conservée. L'hydrogène n'apparaît pas, en général, avant le troisième jour; il n'est mêlé à une faible trace de gaz hydrocarbonés indosables que s'il y a un commencement de fermentation putride.

» Dans une prochaine Communication, nous dirons comment ont été obtenus les nombres précédents et quelles conséquences se déduisent de la variation des principes de la viande abandonnée à cette auto-digestion. »

M. **Daubrée** communique à l'Académie le télégramme suivant qui lui a été adressé le 4 mai par M. *Nordenskiöld*.

Hier à Stockholm, à 1h de l'après-midi, pluie de poussière abondante avec grêle.

CORRESPONDANCE.

M. **Eug. Rouché** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre devenue vacante par suite du décès de M. *Lalanne*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

La septième édition du premier volume d'un Ouvrage de M. *Georges Ville*, ayant pour titre : « Les engrais chimiques, entretiens agricoles donnés au champ d'expériences de Vincennes ».

M. **Léauté** présente les douze premiers volumes de l' « Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire », dont la collection comprendra environ trois cents volumes embrassant toutes les Sciences appliquées, depuis la Mécanique, l'Électricité, la Physique et la Chimie industrielles, jusqu'à l'Agronomie, la Biologie et la Médecine.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières de la forme* $e^{G(x)}$. Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Picard.

« Désignons par P la partie réelle d'une fonction f en un point quelconque $z = Re^{i\theta}$ du cercle C décrit de l'origine comme centre avec le rayon R. Si la fonction f est holomorphe dans ce cercle et développable en série de Taylor, le coefficient de x^m sera donné par la formule

$$(1) \qquad a_m = \frac{1}{\pi R^m} \int_0^{2\pi} P e^{-mi\theta}\, d\theta.$$

» Cela posé, supposons que la quantité $\frac{P}{R^m}$ devienne *algébriquement* plus petite que toute quantité positive donnée, lorsque R augmente indéfiniment (ainsi il faut remarquer qu'il n'est rien supposé sur les valeurs négatives de P). Je dis que la fonction f se réduit à un polynôme de degré $m-1$ au plus. En particulier, si $m=1$, notre fonction est une simple constante.

» Pour le démontrer, nous diviserons la circonférence du cercle C en deux parties : l'une C_1 comprenant tous les arcs où P est positif; l'autre C_2, tous ceux où il est négatif. Soient I_1 l'intégrale $\int P\,d\theta$ relative à C_1, et I_2 l'intégrale $\int -P\,d\theta$ le long de C_2. L'hypothèse faite sur P montre que $\frac{I_1}{R^m}$ tend vers zéro. Il en est de même de $\frac{I_2}{R^m}$, car la différence $I_1 - I_2$ est une constante, à savoir la partie réelle de $2\pi f(0)$. Dès lors a_m, étant moindre que $\frac{I_1+I_2}{\pi R^m}$, d'après la formule (1), est nécessairement nul, ainsi que tous les coefficients suivants.

» Soit maintenant une fonction entière φ développée en série de Taylor et supposons que *le coefficient de x^m soit, à partir d'un certain rang, moindre que* $\frac{1}{(m!)^\alpha}$. Il est facile de voir que cette fonction croît moins vite que $e^{|x|^{\frac{1}{\alpha-\varepsilon}}}$, si petit que soit ε. Si donc cette fonction est de la forme $e^{G(x)}$, la partie réelle de $G(x)$ augmente, du moins en ce qui regarde ses valeurs positives, plus lentement que $|x|^{\frac{1}{\alpha-\varepsilon}}$, et, par suite, $G(x)$ ne peut être qu'un polynôme.

» Ce que nous remarquerons particulièrement dans ces résultats, c'est qu'ils demeurent inaltérés si l'on change d'une façon quelconque les premiers coefficients de la fonction donnée φ. Ils permettent en conséquence de démontrer le théorème de M. Picard pour les fonctions entières dont les coefficients satisfont à la condition indiquée ci-dessus.

» En premier lieu, si α est plus grand que 1, l'équation $\varphi(x) = a$ admet toujours un nombre infini de racines, quel que soit a. Plus généralement, il en est de même de l'équation $\varphi(x) = \mathfrak{P}(x)$, quel que soit le polynôme $\mathfrak{P}$.

» Dans le cas où α est plus petit que 1, si la fonction $\varphi(x) - a$ [ou plus généralement $\varphi(x) - \mathfrak{P}(x)$] est de la forme $\mathfrak{P}_1(x)e^{G(x)}$, la fonction G se réduit elle-même à un polynôme. Il devient alors évident que ce fait ne peut se produire que d'une seule façon pour une fonction $\varphi(x)$ donnée.

Il est même facile de reconnaître si cette réduction est possible et de l'effectuer s'il y a lieu. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un théorème sur les fonctions harmoniques.* Note de M. **G.-D. d'Arone**, présentée par M. Picard.

« Soit $V(x, y, z)$ une fonction réelle des trois variables réelles x, y, z, finie et continue ainsi que ses dérivées premières et secondes dans tous les points de l'espace à distance finie, et qui satisfait à l'équation de Laplace

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0.$$

» Indiquons par V_0 la valeur que la fonction prend à l'origine des coordonnées et par V_a la valeur qu'elle acquiert en un point quelconque de coordonnées (a, b, c). On sait que les valeurs de la fonction aux points susdits, que nous supposons tous deux au dedans de la sphère de rayon R ayant son centre à l'origine, sont données en fonction des valeurs que la fonction prend sur le contour par les formules connues

$$(1) \qquad V_0 = \frac{1}{4\pi} \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} V \sin\theta \, d\theta \, d\psi,$$

$$(2) \qquad V_a = \frac{1}{4\pi} \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} V \frac{(R^2 - l^2) R}{r^3} \sin\theta \, d\theta \, d\psi,$$

en admettant que

$$l^2 = a^2 + b^2 + c^2, \qquad r = [(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2]^{\frac{1}{2}}.$$

Soustrayant la seconde de la première, on a

$$(3) \qquad V_0 - V_a = \frac{1}{4\pi} \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} \left[1 - \frac{(R^2 - l^2) R}{r^3}\right] V \sin\theta \, d\theta \, d\psi.$$

» La fonction

$$f(x, y, z) = 1 - \frac{(R^2 - l^2) R}{r^3}$$

est nulle en tous les points du parallèle de la sphère de rayon R déterminé par l'intersection de cette sphère avec un plan mené par un point du segment qui réunit le centre de la sphère avec le point (a, b, c) et normal à

ce segment; et le plan de ce parallèle, à mesure que R croît, tend vers une position limite qui est le plan mené par le point milieu du segment cité.

» De la sorte, la sphère se trouve divisée en deux calottes; dans la première, la fonction $f(x, y, z)$ est toujours positive, dans l'autre négative. Admettons à présent que la fonction $V(x, y, z)$ soit positive dans tout l'espace et indiquons par I_α, I_β les deux intégrales correspondantes aux deux calottes citées dans lesquelles se partage l'intégrale (1); et indiquons aussi par I'_α, I'_β celles dans lesquelles se partage l'intégrale (3). Nous supposons enfin que le signe α appartienne à la calotte où la fonction $f(x, y, z)$ est positive.

» Ces préliminaires posés, on a

$$(4) \qquad V_0 = \frac{1}{4\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} V \sin\theta \, d\theta \, d\psi = I_\alpha + I_\beta,$$

$$(5) \qquad V_0 - V_a = \frac{1}{4\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left[1 - \frac{(R^2 - l^2)R}{r^3}\right] V \sin\theta \, d\theta \, d\psi = I'_\alpha + I'_\beta.$$

» A cause de ce que nous avons dit pour la fonction $f(x, y, z)$, si nous assignons une valeur ε positive et aussi petite que l'on voudra, il est possible de choisir une valeur pour R telle que l'on ait toujours pour tous les points de la sphère

$$|f(x, y, z)| < \varepsilon.$$

Et alors, des formules (4) et (5), on déduit

$$(6) \qquad V_0 > I_\alpha, \qquad V_0 - V_a < I'_\alpha < \varepsilon I_\alpha,$$

$$(7) \qquad V_0 > I_\beta, \qquad V_0 - V_a > I'_\beta > -\varepsilon I_\beta,$$

d'où l'on tire

$$(8) \qquad -\varepsilon I_\beta < V_0 - V_a < \varepsilon I_\alpha.$$

» Or, d'après les hypothèses faites et dans les formules (6) et (7), les intégrales I_α et I_β sont positives quelle que soit la valeur de R, et toujours plus petites qu'une quantité finie, de telle sorte que, si R croît indéfiniment, les deux termes extrêmes de la double inégalité (8) tendent vers zéro, et, puisque la différence $(V_0 - V_a)$ est une quantité fixe, elle doit se réduire à zéro. On a donc

$$V_0 = V_a.$$

» Mais le point de coordonnées (a, b, c) est un point quelconque de l'espace : donc la fonction est constante dans tout l'espace. Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

» *Une fonction harmonique continue dans tout l'espace ne peut pas toujours avoir le même signe.*

» Cela posé, admettons que la fonction $V(x, y, z)$ ne puisse prendre toutes les valeurs entre $-\infty$ et $+\infty$; tous les cas possibles se réduisent au seul examen (au moyen de changement de signe et l'adjonction d'une constante) d'une fonction qui est toujours positive; d'où l'on tire le théorème général suivant :

» Théorème. — *Si une fonction harmonique* $V(x, y, z)$ *est continue pour tous les points de l'espace à distance finie, et ne peut prendre toutes les valeurs entre* $-\infty$ *et* $+\infty$, *elle doit se réduire nécessairement à une constante.*

» De ce théorème on peut tirer plusieurs corollaires.

» *Corollaire I.* — Une fonction harmonique régulière en tous les points à distance finie doit nécessairement s'annuler.

» *Corollaire II.* — Une fonction harmonique régulière pour tout point à distance finie, et dont la valeur absolue reste inférieure à une quantité fixe, est une constante. (Cette dernière propriété a été démontrée pour les fonctions de trois variables, par M. E. Picard) [1]. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination du moment du couple de torsion d'une suspension unifilaire.* Note de M. C. Limb, présentée par M. Lippmann.

« Le procédé le plus simple pour effectuer cette détermination consiste à suspendre au fil une masse de *moment d'inertie connu* I et à mesurer la durée t de l'oscillation. Le coefficient c de torsion du fil est donné par la formule

$$c = \frac{4\pi^2 I}{t^2}. \tag{1}$$

» En suspendant un solide de révolution, suivant son axe, l'effet de l'air est absolument négligeable; la forme cylindrique est indiquée : c'est évidemment la plus facile à obtenir, avec rigueur, au moyen du tour. Il faut nécessairement employer un métal très homogène, c'est-à-dire bien fondu,

---

[1] *Comptes rendus*, t. XC, et *Traité d'Analyse*, t. I, p. 152.

sans soufflures, et ne présentant pas le phénomène de la liquation. Les métaux purs, tels que le zinc et l'étain, qui se coulent bien, ainsi que le laiton *de bonne qualité*, conviennent parfaitement; quant au cuivre rouge, il est presque impossible de l'obtenir absolument *sain*.

» Ayant eu l'occasion, dans ces derniers temps, de faire des déterminations de ce genre, j'ai confectionné moi-même des cylindres de formes diverses, en prenant toutes les précautions possibles pour les obtenir réguliers et bien homogènes. Pour les travailler, il faut absolument n'employer que la scie et le tour, sans jamais se servir du marteau.

» Le fil de torsion était en laiton, d'une longueur de $182^{cm},15$ et d'un diamètre égal à $0^{cm},0435$. A la partie inférieure se trouvait fixée une petite pince cylindrique portant un miroir et se vissant au centre de la base supérieure des cylindres. Il fallait donc pratiquer dans ceux-ci un petit trou taraudé.

» Le moment d'inertie I se calcule par la formule

$$I = \frac{MD^2}{8}, \tag{2}$$

M étant la masse du cylindre en grammes-masse, D son diamètre, exprimé en centimètres. Une correction, très faible d'ailleurs, est faite pour le trou et pour la petite pince de masse et de diamètre connus.

» Les mesures ont été effectuées avec des cylindres de métaux de dimensions et de poids différents. Malgré toutes les précautions, les valeurs de *c*, déduites des formules (2) et (1), ont varié, suivant les cylindres, depuis 738,7 jusqu'à 752,9.

» Après un grand nombre d'essais qu'il serait fastidieux de rappeler, j'ai vu que ces écarts provenaient du *défaut de centrage* de la pince. Il est, en effet, bien difficile, même sur le tour, de faire le trou qui sert à visser celle-ci rigoureusement au centre, et surtout de le percer exactement dans la direction de l'axe. Pour peu qu'il existe un défaut, le cylindre oscille non pas autour de son axe de révolution, mais autour d'un axe coupant le premier au centre de gravité suivant un certain angle.

» Dans ces conditions, un disque plat voit son moment d'inertie diminuer; le contraire se présente pour un cylindre allongé. On doit donc trouver pour *c* des valeurs *trop fortes* pour les premiers et *trop faibles* pour les autres. C'est en effet ce que j'ai observé.

» On comprend qu'il existe un certain rapport entre la longueur et le diamètre du cylindre, rapport pour lequel le moment d'inertie ne change

pas. Cela a lieu pour

$$l = \frac{D\sqrt{3}}{2} = R\sqrt{3}.$$

» En effet, l'ellipsoïde d'inertie relatif au centre de gravité d'un cylindre, rapporté à l'axe de révolution, a pour équation

$$A(X^2 + Y^2) + CZ^2 = 1,$$

A étant le moment d'inertie par rapport à un axe quelconque mené par le centre perpendiculairement à l'axe de révolution, et C le moment d'inertie par rapport à ce dernier.

» La condition pour que tous les moments d'inertie soient égaux par rapport à tous les axes passant par le centre, c'est que l'ellipsoïde d'inertie se réduise à une sphère; c'est-à-dire que A = C, ou en remplaçant A et C par leurs valeurs bien connues

$$\frac{MD^2}{8} = M\left(\frac{D^2}{16} + \frac{l^2}{12}\right),$$

d'où

$$l = \frac{D\sqrt{3}}{2} = 0,866 D.$$

» De tels cylindres jouissent donc, au point de vue qui nous intéresse, de la propriété de la sphère.

» J'en ai construit quatre, en observant autant que possible la condition : deux en laiton de bonne qualité, mais de masses et de provenances différentes, un en zinc, un en étain. Voici les résultats :

	Diamètre.	Masse.	Valeur trouvée pour c.
Laiton n° 1	4,938	679,915	746,4
Laiton n° 2	5,601	953,980	745,8
Zinc	5,865	990,005	746,5
Étain..............	5,815	964,415	746,8
	Moyenne (1)..........		746,4

» Le coefficient k de Coulomb, pour le laiton dont le fil est formé, défini par l'équation

$$k = \frac{cl}{d^4},$$

(1) La moyenne de tous les nombres obtenus avec les cylindres quelconques est 746,7; mais, malgré la valeur pratique incontestable du Calcul des probabilités, on ne pouvait guère adopter une semblable moyenne.

est, d'après cela, en unités C.G.S, égal à

$$3,797.10^{10}$$ [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du cyanure de potassium sur le chlorure de cuivre ammoniacal.* Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Schützenberger.

« Dans une Communication précédente [2], j'ai fait connaître une méthode générale de préparation de certains sels doubles de cuivre et d'ammoniaque. En présentant, à cette époque, le composé

$$Cu^2Cy^2.Cy(AzH^4).3AzH^3,$$

j'annonçais qu'en faisant varier les conditions de l'expérience j'avais obtenu des cyanures diversement colorés dont je poursuivais l'étude : ce sont les résultats obtenus dans cette voie que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'appréciation de l'Académie.

» Je me suis attaché surtout, dans ces nouvelles recherches, à fixer les conditions d'une réaction bien nette, et j'y suis arrivé non sans quelques hésitations.

» On prépare, en observant les précautions indiquées, une solution ammoniacale renfermant, pour 350^{cc}, 21^{gr} $CuCl^2$, $3^{gr},6$ AzH^4Cl et $27^{gr},6$ CyK. Cette solution, introduite dans des tubes qu'on scelle à la lampe, est maintenue pendant quatre ou cinq heures entre 140° et 145°. On l'abandonne ensuite au refroidissement.

» Dans ces conditions, il se dépose, dans les tubes, de longues aiguilles bleues groupées en petites houppes. Ces aiguilles sont peu stables; elles perdent rapidement leur ammoniaque. Leur composition répond à peu près à la formule

$$2Cu^2Cy^2.CyAzH^4.2AzH^3.3H^2O,$$

déduite du Tableau suivant :

	Trouvé.	Théorie.
Cuivre	51,20	51,50
Cyanogène	26,30	26,37
Ammoniaque	9,90	10,90
Eau	»	11,23

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

(2) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 1045; 1891.

» La liqueur, séparée des aiguilles bleues, abandonnée à l'air et perdant son ammoniaque, laisse déposer de belles lamelles vertes, rectangulaires, très stables, et dont la surface atteint parfois 1^{cq}. Soumises à l'analyse, ces lamelles possèdent la composition suivante

$$2CuCy^2.Cu^2Cy^2.2AzH^3.3H^2O,$$

déduite du Tableau

	Trouvé.	Théorie.
Cuivre	50,80	51,00
Ammoniaque	6,80	6,82
Cyanogène	31,09	31,32
Eau	»	10,86

» Ces lamelles sont insolubles dans l'eau, mais solubles dans l'ammoniaque d'où elles se déposent sans altération. Elles se décomposent au-dessus de 100°. Traitées par les acides étendus, à froid, elles dégagent de l'acide cyanhydrique et laissent déposer du cyanure cuivreux.

» Lorsque le dépôt des cristaux verts s'est effectué dans la solution primitive, celle-ci est décolorée. Mise à part, elle laisse d'abord déposer de grandes paillettes micacées, puis finalement, un mélange de ces paillettes et d'autres cristaux dont l'étude fera l'objet d'une prochaine Communication.

» Pour effectuer le dosage du cyanogène dans ces sels doubles, j'ai légèrement modifié le procédé généralement employé, en lui donnant la forme de la méthode de détermination du chlore dans les matières organiques.

» A cet effet, je prépare un mélange d'acide nitrique pur du commerce, d'azotate d'argent et d'eau tel que l'acide soit étendu d'environ trois fois son volume. Cette solution étant placée dans le tube à sceller, j'introduis la matière pulvérisée, celle-ci étant pesée dans un petit tube ouvert, maintenu facilement le long des parois humides du premier pendant l'étirage à la lampe d'émailleur. Après refroidissement, la matière est mélangée au réactif et le tube est abandonné pendant deux heures à la température de 50°-60°. Le dosage est ensuite effectué en prenant les précautions indiquées dans les traités d'analyses.

» Cette méthode est très rapide; elle m'a toujours donné des résultats concordants [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Aimé Girard, au Conservatoire national des Arts et Métiers.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le triméthylcarbinol sodé; valeur de la fonction alcool tertiaire.* Note de M. DE FORCRAND.

« Le triméthylcarbinol qui a servi à ces expériences a été purifié d'abord par trois cristallisations successives, et amené ainsi au point de fusion de $+ 23^{\circ},5$ et à la densité 0,781 à $+ 35^{\circ}$. Puis les dernières traces d'eau ont été enlevées par ébullition prolongée avec du sodium et distillation. Cet alcool fond et cristallise à $+ 25^{\circ},5$; sa densité est 0,771 à $+ 35^{\circ},5$.

» I. La chaleur de dissolution du triméthylcarbinol solide a été mesurée d'abord de $+ 5^{\circ}$ à $+ 8^{\circ}$, puis de $+ 13^{\circ}$ à $+ 15^{\circ}$. J'ai trouvé ainsi $+ 3^{Cal},50$ dans le premier cas, et $+ 3^{Cal},23$ dans le second (1 équiv. $= 74^{gr}$ pour 2^{lit} d'eau). Ces nombres sont assez élevés, surtout si l'on tient compte de l'état physique solide du composé, et indiquent l'existence de quelque hydrate défini. En fait, on a signalé une combinaison de cet ordre :

$$2C^8H^{10}O^2, H^2O^2.$$

» Une dissolution de soude ($1^{éq} = 2^{lit}$) ajoutée immédiatement a fourni

$$-0^{Cal},08 \quad \text{entre} \quad 6^{\circ} \text{ et } 7^{\circ},$$
$$-0^{Cal},12 \quad \text{entre} \quad 14^{\circ} \text{ et } 15^{\circ}.$$

» Si l'on retranche de ces nombres la chaleur de dilution de la soude par un volume d'eau égal à celui de la dissolution alcoolique, soit $-0,06$, on trouve $-0,02$ et $-0,06$ pour l'action propre des deux corps dissous (alcool et soude). Ces résultats ainsi corrigés sont très voisins de ceux que donnent les alcools primaires :

Éthylique	$-0,03$
Propylique	$-0,05$
Isobutylique	$-0,03$
Amylique de fermentation	$-0,04$

et même l'alcool isopropylique $+ 0,01$. Seul l'alcool méthylique $(+ 0,10)$ donne un alcoolate qui résiste un peu à l'action décomposante de l'eau (pour 1 équiv. $= 4^{lit}$).

» II. Le triméthylcarbinol sodé $C^8H^9NaO^2$ solide peut s'obtenir directement en faisant dissoudre le métal dans l'alcool tertiaire, mais l'attaque est très lente; il faut couper le sodium en lames minces, ajouter un grand

excès (8 équivalents environ) de triméthylcarbinol, et chauffer à 110° pendant cinq ou six heures. Le ballon est relié à un long et large tube disposé comme un réfrigérant ascendant, mais non refroidi par un courant d'eau, et terminé par un long tube vertical qui plonge dans du mercure. A mesure que l'hydrogène se produit, les fragments de sodium se recouvrent d'une croûte blanche qui se gonfle peu à peu dans l'alcool bouillant. Lorsque le dégagement de gaz a cessé, on laisse refroidir, et le liquide se prend bientôt, avant complet refroidissement, en une masse de cristaux blancs en aiguilles soyeuses, formés sans doute par une combinaison polyalcoolique. Au-dessous de 25°, de grandes aiguilles incolores du triméthylcarbinol solide tapissent la partie supérieure et le col du ballon.

» Pour enlever l'excès d'alcool, libre ou combiné, on chauffe à 110° dans un courant d'hydrogène sec; mais les dernières traces d'alcool combiné résistent longtemps, surtout au centre de la masse, où les petits cristaux blancs en aiguilles ne sont pas détruits. Il est nécessaire de recueillir ce produit, de le pulvériser rapidement et de le chauffer de nouveau de la même manière pendant plusieurs heures.

» Le résidu blanc, pulvérulent, est formé de triméthylcarbinol sodé pur.

	Analyse :	Trouvé.	Calculé pour $C^8H^9NaO^2$.
Na pour 100	par l'alcalimétrie..	24,11	23,96
	à l'état de sulfate..	23,88	

» III. A + 15°, la chaleur de dissolution de ce composé est de $+18^{\text{Cal}},30$ (1 équiv. = 96^{gr} dans 4^{lit} d'eau). On en déduit

	Cal
$C^8H^{10}O^2$ sol. + Na sol. = H gaz + $C^8H^9NaO^2$ sol ...	+ 27,89
$C^8H^{10}O^2$ sol. + NaO sol. = HO sol. + $C^8H^9NaO^2$ sol....	+ 13,02
$C^8H^{10}O^2$ sol. + $NaHO^2$ sol. = H^2O^2 sol. + $C^8H^9NaO^2$ sol....	— 3,98

» Le premier de ces nombres (+ 27,89) mesure la valeur de la fonction du triméthylcarbinol solide, et probablement la valeur constante de la fonction alcool tertiaire solide.

» On a ainsi la série complète suivante, qui correspond aux trois degrés de substitution du carbinol :

	Cal
Alcool primaire solide..............	+ 32,00
Alcool secondaire solide.............	+ 29,75
Alcool tertiaire solide...............	+ 27,89

soit une diminution régulière de 2^{Cal} environ. Ces différences caractérisent les trois genres de la fonction alcool, du moins dans la série grasse.

» Je m'occupe actuellement de comparer ces nombres avec ceux que fournissent les divers phénols. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Établissement des formules fondamentales pour le calcul des moments d'inertie maximum.* Note de M. **G. Hinrichs.**

« Nous avons montré, dans des Notes antérieures, que la loi générale énoncée est un fait empirique, démontré par les déterminations des températures d'ébullition des séries homologues les mieux étudiées. Nous compléterons l'exposé sommaire des lois de l'équilibre d'ébullition en déduisant de cette loi générale le mouvement libre des molécules des gaz, mouvement caractérisé par la rotation autour de leur axe naturel, dont le moment d'inertie est maximum.

» Il nous faudra d'abord trouver l'expression générale de ce moment pour la série générique des composés organiques, les paraffines, C^nH^{n+2}. Leur masse est

$$M = 2(7n + 1), \tag{75}$$

comprenant n termes identiques, $CH^2 = m$, et un atome d'hydrogène terminal à chaque extrémité. Soit x l'abscisse du centre géométrique de m, et soit la distance mutuelle de ces centres égale à l'unité de longueur. La distance du centre de gravité d'un atome de carbone à la ligne d'attraction d'un atome voisin sera exactement la moitié de cette unité de longueur; c'est donc aussi la distance de l'atome d'hydrogène terminal du centre du premier (ou dernier) atome de carbone. L'abscisse du premier, du second, du troisième, ... atome de carbone étant 1, 2, 3, ... unités, celle de l'atome d'hydrogène terminal sera exactement une demi-unité. L'abscisse du dernier atome de carbone étant n unités, celle du dernier hydrogène sera $n + \frac{1}{2}$ (voir *Comptes rendus*, t. CXII, p. 743; 1891).

» Peu importe cette précision pour le moment d'inertie de la paraffine; mais la substitution terminale (comme celle de l'iode) centuplerait l'erreur commise qu'il faudra éviter soigneusement.

» L'abscisse ξ du centre de gravité de la molécule paraffine sera déterminée par le moment statique

$$M\xi = (n + 1)H + \sum_1^n mx, \tag{76}$$

le $n+1$ étant la somme de $\frac{1}{2}$ et $n+\frac{1}{2}$. De cette équation on tire

$$(77) \qquad \xi = \frac{n+1}{2}.$$

» Le moment d'inertie pour l'axe passant par l'origine ($x = 0$), est évidemment

$$(78) \qquad I' = H[(\tfrac{1}{2})^2 + (n+\tfrac{1}{2})^2] + \sum_1^n mx^2.$$

» Le moment d'inertie maximum pour l'axe naturel de rotation passant par le centre de gravité de la molécule sera donc

$$(79) \qquad I = I' - M\xi^2.$$

» Tout calcul fait, on trouve comme résultat final de ces équations

$$(80) \qquad I = \frac{7}{6}n^3\left(1 - \frac{3}{7n} - \frac{11n+4}{7n^3}\right) - (n+\tfrac{1}{2}).$$

» Cette expression est peu maniable, mais elle se prête à des simplifications légitimes. On voit que le terme négatif diminue rapidement avec l'accroissement de n; de plus, le dernier terme n est petit par rapport au premier, qui en est le cube.

» Donc, pour les valeurs de n supérieures à 10, la formule (80) pourra être remplacée par la formule approchée simple

$$(81) \qquad I = \tfrac{7}{6}n^3(1+\varepsilon),$$

où $\varepsilon = \frac{3}{7n}$.

» La valeur ε étant toujours inférieure à $\frac{1}{2}$, nous pouvons employer la relation bien connue

$$(82) \qquad \log(1+\varepsilon) = 0,4343\,[\varepsilon - \tfrac{1}{2}\varepsilon^2 + \tfrac{1}{3}\varepsilon^3 - \ldots],$$

et obtenir une approximation suffisante en prenant le premier terme de (82), ce qui transformera (81) en

$$(83) \qquad \log I = 0,067 + 3\log n + \frac{0,186}{n}.$$

» Comme les deux termes négligés de (80) étaient négatifs, (81) et (83) donneront des valeurs trop grandes. Une petite modification des constantes de (83) corrigera cette erreur. Le calcul des valeurs pour $n = 10, 20, 30$, d'après (80), nous a donné les valeurs suivantes, avec des erreurs finales

inférieures à $\frac{1}{4}$ pour 100 :

$$(84) \qquad \log I = 0{,}069 + 3 \log n + \frac{0{,}062}{n}.$$

» La forme (83) nous permet de démontrer un principe assez général, dont nous avons fait usage plusieurs fois dans les Notes précédentes. Prenons les différences Δ, nous aurons

$$(85) \qquad \Delta(\log I) = 3\Delta(\log n) - \frac{0{,}062}{n^2}\Delta n.$$

» On voit que le dernier terme est tout à fait négligeable. Donc

$$(86) \qquad \Delta(\log I) = 3\Delta(\log n).$$

C'est-à-dire, toute fonction de $(\log n)$ variera, entre des limites assez grandes, de la même manière que si elle dépendait de $(\log I)$.

» Les lois empiriques dans lesquelles le nombre n d'atomes de carbone (ou bien le poids atomique a) était la variable indépendante seraient donc liées de la même manière au moment d'inertie maximum I. Quelle est, de n ou de I, la vraie variable indépendante physique et mécanique? C'est ce qu'on ne saurait décider si l'on n'avait qu'une série homologue de composés. Mais les tracés (même Tome, p. 599) pour chaque série homologue sont distincts et assez distants l'un de l'autre; donc il est évident que le poids atomique, représentant le nombre n d'atomes de carbone, n'est point la vraie variable indépendante physique. Dans une Note prochaine nous montrerons par la formule générale et par le calcul des constantes décisives, que c'est le moment d'inertie qui est la variable fondamentale et physique, comme nous l'avons déjà vu pour les composés isomériques (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1408, 1873; t. CXII, p. 798, 1891.) La rotation des molécules sera donc aussi indiscutable que celle de la terre, qui n'est elle-même qu'une conclusion mécanique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution du carbure dérivé de la perséite.* Note de M. L. **Maquenne**, présentée par M. Friedel.

« Dans le cours de mes recherches sur le corps C^7H^{12} (vulgairement *heptine*), que l'on obtient en traitant la perséite par l'acide iodhydrique, sous la pression normale, j'ai eu occasion, à plusieurs reprises, d'insister

sur ce fait que l'heptine renferme une seule double liaison, et par conséquent est à noyau cyclique.

» La production si facile des composés furfuriques dans la déshydratation des hydrates de carbone, ainsi que les réactions colorées de l'heptine, très analogues à celles de l'hydrofurfurane et du méthylfurfurol, pouvaient faire croire à la présence dans cet hydrocarbure d'un anneau tétraméthylénique non saturé; mais, d'autre part, sa ressemblance manifeste avec les terpènes le rapprochait des hydrures aromatiques; on sait, d'ailleurs, que M. Renard l'a considéré, dans son Mémoire sur les huiles de résine, comme un tétrahydrure de toluène, et que cet auteur a réussi, par l'action de la chaleur, au rouge sombre, à transformer partiellement l'heptine en toluène ([1]).

» La pyrogénation étant presque toujours accompagnée de transpositions moléculaires, il était impossible de fonder sur cette réaction une formule de structure quelconque pour l'heptine; l'étude du carbure C^7H^{14}, dont j'ai indiqué récemment le mode de formation ([2]), m'a permis d'établir celle-ci d'une manière au moins fort probable et de vérifier complètement l'hypothèse admise par M. Renard.

» Ainsi qu'on pouvait s'y attendre, puisqu'il dérive de l'heptine par fixation d'une molécule d'hydrogène, le corps C^7H^{14} présente tous les caractères d'un hydrocarbure saturé : insensible à l'action du brome, de l'acide sulfurique et de l'acide azotique, à froid, il n'est attaqué que par le mélange nitrique bouillant, qui ne paraît, du reste, donner lieu à la formation d'aucun composé défini.

» La mesure des indices conduit à des résultats du même ordre; on a trouvé, en effet, pour la température de 25° :

Longueurs d'onde..	656 (H_α)	589,2 (Na)	534,9 (Tl)	451 (In_α)	410,1 (In_β)	∞
Indices...	1,40829	1,41035	1,41262	1,41796	1,42206	1,39946

d'où l'on déduit, d'après la formule de Lorenz,

$$MR = 32,25.$$

» La réfraction moléculaire d'un carbure saturé de formule C^7H^{14} étant égale à $2,48 \times 7 + 1,04 \times 14 = 31,92$, on voit que le corps en question

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 574.
([2]) *Ibid.*, t. CXIV, p. 918.

ne renferme plus de carbone doublement lié; par suite, il ne doit être modifiable que par voie de substitution.

» Dans l'espoir de l'amener ainsi à une forme plus simple, on l'a alors traité par le chlore sec, en présence d'iode ou non; dans les deux cas, il se forme, avec dégagement d'acide chlorhydrique, un liquide sirupeux qui n'a pu être identifié à aucun des dérivés connus de la série aromatique. Sous l'action de la chaleur, ce chlorure noircit et laisse distiller seulement quelques gouttes d'une huile verte peu volatile; la potasse alcoolique le charbonne, même à froid; l'hydrogène naissant du zinc et de l'acide chlorhydrique, en présence d'alcool, y développe une coloration verte intense; le brome enfin, en présence de chlorure d'aluminium, dégage avec le carbure des torrents d'acide bromhydrique et détermine un dépôt résineux, brun, qui se dissout en vert dans l'alcool. Cette dernière réaction est particulièrement intéressante, d'abord parce qu'elle semble appartenir à tous les carbures cycliques de la série C^nH^{2n}, ensuite et surtout parce qu'elle nous donne la preuve que le noyau particulier à l'heptine subsiste encore dans son produit d'hydrogénation.

» Ces caractères, tous de nature complexe et mal définis, ne pouvaient être d'aucune utilité pour la détermination du carbure C^7H^{14}, mais la mesure de ses constantes physiques va nous permettre d'identifier ce corps avec l'hexahydrure de toluène de MM. Wreden et Lossen. Le Tableau suivant, dans lequel on a réuni toutes les données connues sur ce sujet, nous semble établir cette identité de la façon la plus satisfaisante.

	Hydrure d'heptine.	Hexahydrure de toluène (par HI).
Ébullition	94°-96° (Maquenne)	97° (Wreden)
	95°-98° (Renard)	»
Densité à 0° (eau à 4°)	0,7723 (Maquenne)	0,772 (Wreden)
	»	0,774 (Lossen)
Densité à 20° (eau à 0°)	0,7546 (calculé)	0,758 (Wreden)
Coefficient de dilatation de 0° à 15°	0,001176 (Maquenne)	0,001125 (Lossen)
Constante capill. a^2 à 15°	6,20 (Maquenne)	»

» Les petites différences que l'on constate entre les points d'ébullition et les coefficients de dilatation des deux produits sont toutes de l'ordre des erreurs possibles dans l'étude de corps évidemment difficiles à obtenir purs et elles s'expliquent tout naturellement par la présence probable, dans le carbure de MM. Lossen et Wreden, d'une trace de toluène incomplètement séparé par la distillation.

» Je crois donc pouvoir admettre en toute assurance que le carbure C^7H^{14}, dérivé de l'heptine, n'est autre que l'hexahydrure de toluène $C^6H^{11}(CH^3)$; dès lors le produit de réduction de la perséite représente réellement un tétrahydrure de toluène dans lequel, eu égard à sa stabilité au contact des alcalis, la double liaison est sans doute dans la position Δ^1 de M. Baeyer, c'est-à-dire voisine du méthyle. Il suit de là que le nom d'*heptine* ou d'*heptène* que l'on a donné jusqu'à présent à cet hydrocarbure doit être définitivement rejeté.

» La production d'un tétrahydrure de toluène dans l'action de l'acide iodhydrique sur la perséite résulte vraisemblablement de la décomposition de quelque iodure secondaire de la forme

$$CH^2{=}CH{-}CH^2{-}CH^2{-}CH^2{-}CHI{-}CH^3,$$

qui prendrait naissance dans une première phase de la réaction.

» On s'explique ainsi pourquoi la mannite ne ferme pas sa chaîne dans les mêmes circonstances et, par analogie, on conçoit la possibilité d'une transformation des alcools supérieurs, tels que les *octites* ou les *nonites*, en carbures cycliques de plus en plus voisins des terpènes.

» Remarquons, en terminant, que les hydrures de xylène C^8H^{16} qui dérivent de l'acide camphorique donnent, avec le brome et le chlorure d'aluminium, la même réaction que l'hexahydrure de toluène; il en est de même enfin avec les *naphtènes*, ainsi que j'ai pu le reconnaître sur un échantillon de pétrole de Russie qui m'a été très obligeamment prêté par M. Friedel. Il y a donc là un caractère général qui, sans doute, pourra servir de guide dans l'étude de ces produits encore si imparfaitement connus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propriétés chimiques et sur l'analyse du fluorure d'acétyle*. Note de M. **Maurice Meslans**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Communication antérieure ([1]), nous avons décrit la préparation et les propriétés physiques d'un nouveau composé, le fluorure d'acétyle. Nous donnerons, ici, ses propriétés chimiques et son analyse.

» L'eau exerce sur le fluorure d'acétyle une action analogue à celle qu'elle fournit avec le chlorure d'acétyle. De l'acide fluorhydrique et de

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1020.

l'acide acétique prennent naissance; mais cette décomposition ne se fait que lentement, et avec bien moins d'énergie que pour le chlorure. Si l'on fait agir sur le fluorure d'acétyle, liquide, deux à trois fois son volume d'eau froide, les deux liquides ne se mélangent pas. Lentement le fluorure disparaît en se décomposant d'après la réaction suivante

$$CH^3COFl + H^2O = CH^3COOH + HFl.$$

» Il est facile de s'assurer de l'exactitude de cette réaction en dosant l'acidité totale dans les produits de la décomposition; $0^{gr},5$ à $0^{gr},7$ de fluorure liquide sont pesés dans un tube taré; celui-ci est rapidement enfermé dans un flacon, qui contient 10^{cc} de liqueur titrée de potasse étendus d'eau. Après agitation, on dose la quantité de soude demeurée libre. Dans plusieurs expériences nous avons obtenu les résultats suivants :

	Trouvé.		
	1.	2.	Calculé.
Acidité pour 100 de C^2H^3OFl exprimée en SO^4H^2...	157,2	157,4	158

» La potasse, la soude, en solution aqueuse, décomposent très rapidement le fluorure d'acétyle : il se forme un mélange de fluorure et d'acétate alcalins.

» La chaux anhydre, introduite dans une éprouvette remplie de fluorure d'acétyle gazeux, absorbe le gaz en produisant du fluorure de calcium et de l'anhydride acétique d'après la réaction

$$2(C^2H^3OFl) + CaO = CaFl^2 + (C^2H^3O)^2O.$$

» Le gaz ammoniac réagit, avec énergie, sur le fluorure d'acétyle liquide.

» Il se forme une masse blanche, cristalline, dans laquelle le microscope révèle l'existence de deux corps distincts. Si l'on épuise la masse par l'éther bouillant, celui-ci laisse un résidu de fluorure d'ammonium, l'éther évaporé abandonne de belles aiguilles ramifiées inodores d'acétamide, fondant à 78°. Si l'on opère sur le mercure, avec le fluorure d'acétyle gazeux, on constate que son volume de fluorure se combine exactement avec 2 volumes de gaz ammoniac. La réaction doit donc s'exprimer ainsi

$$CH^3COFl + 2AzH^3 = CH^3COAzH^2 + AzH^4Fl.$$

» L'aniline agit aussi vivement sur le fluorure d'acétyle; il se forme de l'acide fluorhydrique et de l'acétamilide fondant à 115°

$$C^2H^3OFl + C^6H^5AzH^2 = C^6H^5AzHC^2H^3O + HFl.$$

» L'alcool absolu dissout le fluorure d'acétyle en toute proportion; mais les deux corps ne réagissent pas immédiatement. Après un contact de quelques heures en vase clos, on constate qu'il s'est formé de l'acide fluorhydrique et de l'éther acétique qui se séparent par l'addition d'eau.

$$CH^3COFl + C^2H^5OH = CH^3CO^2C^2H^5 + HFl.$$

» L'alcool amylique se comporte de la même façon et fournit de l'acétate d'amyle. Le fluorure d'acétyle n'agit que difficilement sur l'acétate de soude; après quatre heures de chauffe, à 100°, en tube scellé, la réaction n'a porté que sur une faible portion des corps mis en présence. Il s'est formé du fluorure de sodium et de l'anhydride acétique.

» L'amalgame de sodium n'agit pas sensiblement sur le fluorure d'acétyle liquide; il en est de même du sodium métallique. Porté au rouge sombre, ce dernier décompose, avec incandescence, le gaz fluorure d'acétyle : il se forme du fluorure de sodium, du charbon et une petite quantité de liquide.

» *Analyse*. — Pour doser le carbone et l'hydrogène dans le fluorure d'acétyle, nous nous sommes servi, comme l'a indiqué M. Moissan pour l'analyse du fluorure d'éthyle [1], d'un tube de cuivre rempli d'un mélange d'oxydes de cuivre et de plomb, et porté au rouge. Pour éviter les pertes dues à l'extrême volatilité du fluorure d'acétyle, nous avons employé le dispositif suivant : le courant d'oxygène est réglé au moyen d'un robinet de verre, dont le tube, d'environ 20^{cm} de longueur, est fixé au tube de cuivre par un bouchon de liège; à ce tube de verre est soudé un tube latéral, dans lequel se meut une tige de verre, au travers d'une bague de caoutchouc. On opère la combustion sur $0^{gr},5$ à $0^{gr},7$ de liquide, que l'on scelle dans un tube mince, muni d'une pointe très effilée. Cette ampoule est logée dans le tube même du robinet, et l'extrémité de sa pointe placée en face du tube latéral. Après avoir disposé, comme dans les dosages habituels, les tubes à eau et acide carbonique, et fait à leur sortie une légère aspiration, on brise la pointe de l'ampoule, à l'aide de la baguette latérale. Le liquide se vaporise lentement, et traverse le tube de cuivre.

» Voici les résultats fournis par plusieurs expériences :

	1.	2.	3.	Théorie. pour C^2H^3OFl.
C.................	37,61	38,15	38,34	38,70
H.................	4,40	4,72	4,76	4,83

---

(1) A. Moissan, *Recherches sur les propriétés et la préparation du fluorure d'éthyle* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIX, p. 266).

» *Dosage du fluor.* — Dans un flacon bouché à l'émeri on place une solution d'acétate de chaux pure. On pèse, dans un tube taré, $0^{gr},4$ à $0^{gr},5$ de fluorure d'acétyle liquide; on met rapidement le tube dans le flacon. On agite après avoir bouché. Le fluorure d'acétyle se décompose, et du fluorure de calcium gélatineux prend naissance. On verse dans une capsule de platine le contenu du flacon et les eaux de lavages, qu'on évapore à sec et qu'on calcine, pour rendre le fluorure de calcium plus facile à laver. On reprend par l'acide acétique, puis on évapore au bain-marie jusqu'à ce que toute odeur acétique ait disparu. On dissout alors l'acétate de chaux dans l'eau chaude, on lave, par décantation puis sur filtre, le fluorure de calcium, qu'on sèche, calcine et pèse.

» Cette méthode nous a fourni les résultats suivants :

	1.	2.	3.	Théorie.
Fl pour 100	29,75	30,22	30,31	30,64

» *Conclusion.* — Le fluorure d'acétyle est un gaz non fumant, liquéfiable à $+19^{\circ},5$, beaucoup plus stable que le chlorure. Son action sur l'eau, les alcalis, les alcools, les acétates est comparable à celle que fournit son analogue chloré, mais elle est beaucoup plus lente. Il réagit plus énergiquement que le chlorure d'acétyle sur le gaz ammoniac et sur l'aniline. Nous avons réussi à le préparer, pour la première fois, par plusieurs procédés, dont trois n'avaient pas encore été employés à la synthèse des fluorures organiques. Les fluorures d'arsenic, d'antimoine, de zinc réagissent également sur d'autres chlorures d'acides, et nous poursuivons l'étude de leur réaction sur un certain nombre de chlorures, bromures et iodures organiques de fonctions différentes [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'antimonite acide de pyrocatéchine.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Henri Moissan.

« La pyrocatéchine est un phénol diatomique qui appartient à la série ortho; parmi les propriétés particulières qui distinguent ce phénol de ses isomères, citons-en une, conséquence immédiate du voisinage des fonctions phénoliques; il est éthérifié par les acides bien plus facilement que la résorcine et l'hydroquinon. Aussi, lorsqu'on s'est proposé d'obtenir les éthers phénoliques de l'acide antimonieux, nous sommes-nous adressé

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École de Pharmacie de Paris.

d'abord à ce phénol, et le résultat, comme on le verra, a confirmé notre choix.

» On dissout 20gr de pyrocatéchine dans 200gr d'eau distillée, on ajoute du sel marin et l'on chauffe à 50°; lorsque la solution est saturée, on introduit 100cc d'une solution de chlorure d'antimoine neutre et préparée comme nous l'avons indiqué dans une Note précédente.

» Tout d'abord il ne se sépare aucun dépôt, mais, par refroidissement, le liquide se remplit de petits cristaux dont la quantité augmente pendant environ vingt-quatre heures. Les cristaux sont recueillis sur un entonnoir, et, quand l'eau mère s'est écoulée, on les comprime entre des doubles de papier buvard, on les lave ensuite à l'eau distillée, et on les sèche à l'air libre.

» Après dessiccation prolongée au-dessus de l'acide sulfurique, les cristaux ont donné à l'analyse les chiffres moyens suivants :

	Trouvé.	Calculé pour la formule $C^6H^5O^3Sb$.
C	29,20	29,38
H	2,00	2,04
O	19,60	19,59
Sb	49,20	48,97

» *Propriétés.* — Les cristaux sont infusibles; insolubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, le chloroforme et, en général, dans tous les dissolvants neutres, ils se dissolvent dans les alcalis caustiques et carbonatés, sans toutefois contracter une combinaison définie. Ils sont solubles dans les acides chlorhydrique et sulfurique, et l'acide azotique, après les avoir dissous, les décompose et en sépare de l'oxyde d'antimoine. Enfin l'acide sulfhydrique précipite la totalité de l'antimoine à l'état de sulfure, et l'eau bouillante les dissocie.

» *Action de l'anhydride acétique.* — On chauffe en vase clos, à 130°, pendant quatre heures 3gr de cristaux avec 30gr d'anhydride. A la solution peu colorée et qui n'abandonne aucun dépôt, même après un repos prolongé, on ajoute son volume d'acétone : il se sépare un précipité blanc caillebotté et le liquide évaporé laisse de gros cristaux.

» Le précipité recueilli sur un filtre et lavé à l'eau froide est de l'oxyde d'antimoine hydraté à peu près pur; il contient cependant une faible quantité d'acide acétique, qu'il cède d'ailleurs à l'eau bouillante, et cela semble indiquer qu'il provient de la dissociation d'un acétate d'antimoine.

» Les cristaux fondent à basse température et donnent à l'analyse des nombres concordants avec ceux que fournit la composition centésimale de l'éther diacétique de la pyrocatéchine.

	Trouvé.	Calculé pour la formule $C^{10}H^{10}O^4$.
C	61,60	61,85
H	5,20	5,15
O	33,17	32,99

» La combinaison antimonio-pyrocatéchique a donc été simplement dédoublée en ses constituants.

» Le chlorure de benzoïle et l'anhydride du même acide, agissant dans des conditions semblables aux précédentes, ont donné un liquide, d'où l'acétone précipite de l'oxyde d'antimoine, tandis que la solution évaporée abandonne l'éther dibenzoïque de la pyrocatéchine sous la forme d'une huile cristallisant à la longue.

» La formule $C^6H^5O^3Sb$, déduite de l'analyse, peut être mise sous la forme suivante

$$C^6H^4\left\langle{O \atop O}\right\rangle SbOH.$$

» Le composé que l'on a décrit serait un éther phénolique de l'acide antimonieux, soit l'antimonite acide de pyrocatéchine, dérivé de l'acide antimonieux normal SbO^3H^3 d'après l'équation

$$SbO^3H^3 + C^6H^4\left\langle{OH(1) \atop OH(2)}\right. = \left(C^6H^4\left\langle{O \atop O}\right\rangle SbOH\right) + 2H^2O.$$

» Cette formule, dans laquelle deux fonctions phénoliques sont engagées, rend compte de la solubilité dans les acides, dans les alcalis, et aussi du dédoublement par les anhydrides et les chlorures d'acides; elle trouve un appui dans la remarque suivante.

» La réaction de l'oxyde d'antimoine sur les phénols ne s'applique qu'aux composés ayant leurs fonctions en position ortho, et tandis que la pyrocatéchine et le pyrogallol $C^6H^3\begin{cases}OH(1)\\OH(2)\\OH(4)\end{cases}$ s'unissent à l'oxyde d'antimoine, la résorcine et l'hydroquinone isomères de la pyrocatéchine ne s'y combinent pas. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des acides organiques sur les carbures acétyléniques* (1). Note de MM. **A. Béhal** et **A. Desgrez**, présentée par M. Friedel.

« Les carbures acétyléniques, chauffés à haute température avec de l'acide acétique, donnent naissance à des combinaisons instables qui, sous l'influence de l'eau, se transforment en acétones.

» La réaction se fait en tube scellé; elle commence à 250°, mais se réalise surtout vers 280°.

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

» Nous avons opéré sur quatre carbures, dont deux acétyléniques vrais et deux acétyléniques substitués.

» *Œnanthylidène* $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv CH$ (heptine 1,2). — Ce carbure a été obtenu par l'action successive du perchlorure de phosphore et de la potasse sèche sur l'aldéhyde œnanthylique (heptanal). Régénéré de la combinaison cuprique, il bouillait à 101°-102°, sous 750mm. On a chauffé pendant vingt-quatre heures, vers 280°, ce carbure avec quatre fois son poids d'acide acétique cristallisable. Au bout de ce temps, le liquide des tubes s'est légèrement coloré. Il n'y a point eu de gaz formé, comme on le constate à l'ouverture des tubes. On distille le liquide; il passe d'abord du carbure qui n'a pas réagi, puis de l'acide acétique; enfin, entre 118° et 155°, un liquide qui ne présente pas de point fixe par fractionnement à l'air libre.

» En se servant, dans une autre opération, du liquide venant directement des tubes et en fractionnant dans le vide, on a observé un point fixe, mais le liquide ainsi obtenu était formé par un mélange très riche en acide acétique; on traite donc la portion passant au-dessus de 120° par l'eau. Il surnage un liquide d'odeur de bonbons anglais qu'on entraîne par la vapeur d'eau et qu'on traite par le bisulfite. La combinaison bisulfitique exprimée et décomposée par l'eau à l'ébullition donne un liquide, qui bout à 149°-150° sous 755mm. Il ne réduit pas l'azotate d'argent ammoniacal. L'analyse montre que c'est une acétone.

Trouvé pour 100.		Calculé pour $C^7H^{14}O$.	
C.............	72,73	C.............	73,68
H.............	12,62	H.............	12,28

» Elle ne ramène pas au rouge la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux. La propriété de se combiner au bisulfite de soude et son mode de genèse montrent qu'on se trouve en présence de la pentylméthylcétone $C^5H^{11}-CO-CH^3$ (heptanone 2).

» *Caprylidène* $CH^3(CH^2)^5-C\equiv CH$ (octine 1,2). — Cette octine a été préparée avec l'hexylméthylcétone, par action successive du perchlorure de phosphore et de la potasse sèche. Le carbure, régénéré de la combinaison cuprique, bouillait à 126°-126°,5 sous 753mm.

» L'acétone obtenue bouillait à 171° sous 758mm; elle se combinait au bisulfite de soude, ne recolorait pas la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux et ne réduisait pas l'azotate d'argent ammoniacal : c'est donc l'octanone. 2 qui a été produite dans cette réaction $C^6H^{13}-CO-CH^3$.

CARBURES ACÉTYLÉNIQUES SUBSTITUÉS.

» *Butylméthylacétylène* $C^4H^9-C\equiv C-CH^3$ (*heptine* 2,3). — Ce carbure a été obtenu par transposition moléculaire de l'heptine 1,2 sous l'influence

de la potasse alcoolique. Il bouillait à 111°-113°, sous 755^{mm}; il restait inactif en face des réactifs cupriques et argentiques.

» Traité comme précédemment, il a donné naissance à une acétone se combinant au bisulfite, ne régénérant pas la couleur de la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux et bouillant à 149°-150°; c'est l'heptanone 2, corps identique avec celui obtenu en partant du carbure acétylénique vrai correspondant.

» *Pentylméthylacétylène* $C^5H^{11}-C\equiv C-CH^3$ (octine 2,3). — Ce carbure a été obtenu au moyen du bromure de caprylène et de la potasse sèche. Il renfermait un peu de carbure acétylénique vrai dont on l'a débarrassé par l'action de la solution alcoolique de nitrate d'argent.

» Il bout à 133°-134°, sous 760^{mm}, et donne naissance, par l'action successive de l'acide acétique et de l'eau, à une acétone se combinant au bisulfite de soude, ne recolorant pas la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux et bouillant à 171°; c'est l'octanone 2, $C^6H^{13}-CO-CH^3$.

» Dans le cas des carbures acétyléniques substitués on aurait pu obtenir deux acétones, l'une renfermant un groupe méthyle, l'autre un groupe éthyle; nous n'avons pu constater que la formation de l'acétone méthylée.

» Nous avons recherché quel était le mécanisme de la réaction. Au point de vue du résultat final, la réaction peut être exprimée par les schémas suivants

$$R-C\equiv C-H + H^2O = R-CO-CH^3,$$
$$R-C\equiv C-R' + H^2O = R-CH^2-CO-R'.$$

» L'acide acétique cristallisable donne-t-il, dans la réaction, naissance à l'acétone? On peut répondre par la négative. En effet, pour que cela pût se produire, il serait nécessaire qu'il y eût formation d'anhydride acétique.

» Or, si l'on isole, après de nombreux fractionnements, la portion passant vers 138°, on constate qu'elle ne donne pas d'acétanilide avec l'aniline.

» Il y a donc fixation de la molécule de l'acide acétique.

» Se fixe-t-il 2 molécules d'acide acétique pour donner naissance à une sorte d'acétal, ou bien n'y a-t-il qu'une seule molécule d'acide acétique fixée?

» Nous n'avons pu résoudre cette question avec certitude; cependant, voici une expérience qui nous porte à penser que la réaction peut parfaitement se faire par la fixation d'une seule molécule d'acide acétique.

» Voyant que nous ne pouvions isoler de combinaison définie par action directe, nous avons pensé à tourner la difficulté en réalisant des combinaisons définies par une autre voie. Pour cela, nous avons fait réagir l'hep-

tène chloré $CH^3(CH^2)^4-CH=CHCl$ sur l'acétate d'argent, en présence d'acide acétique, en opérant à 250°. Nous avons obtenu, après action de l'eau, la même acétone méthylée (heptanone 2) qu'en partant du carbure acétylénique correspondant. Ceci tient à ce que l'acétate d'argent a d'abord agi comme la potasse, en enlevant une molécule d'hydracide, puis le carbure acétylénique a réagi, à la façon ordinaire, sur l'acide acétique.

» En effet, si l'on opère à 180°, au lieu de 250°, on ne peut pas isoler de composé défini, mais l'action de l'eau permet d'isoler, cette fois, une aldéhyde bouillant à 151°, d'odeur identique à celle de l'aldéhyde œnanthylique, se combinant au bisulfite et recolorant la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux et réduisant le nitrate d'argent ammoniacal. Cette expérience nous apprend deux choses :

» 1° Que l'acétone ou l'aldéhyde peut être engendrée par la simple fixation d'une molécule d'acide acétique; en effet, à 180°, l'acide acétique ne se fixe pas sur les carbures acétyléniques, et la réaction formulée montre qu'il n'entre en jeu qu'une seule molécule d'acide acétique

$$CH^3-(CH^2)^4-CH=CHCl + C^2H^3AgO^2$$
$$= AgCl + CH^3(CH^2)^4-CH=CH-C^2H^3O^2.$$

» On peut cependant objecter que, une fois une molécule d'acide acétique fixée sur le carbure, la seconde a plus d'affinité pour la molécule, de sorte qu'il en résulterait un diacétate.

» 2° Le second fait mis en lumière est celui qui montre que l'oxygène se fixe sur la molécule du carbure à la place où était le reste de la molécule acétique; de sorte que l'on peut représenter les réactions ci-dessus par les schémas suivants :

$$R-C\equiv CH + C^2H^4O^2 = R-\underset{\displaystyle O^2C^2H^3}{\underset{|}{C}}H=CH^2,$$

$$R-CO^2C^2H^3=\dot{C}H + H^2O = R-COH=CH^2 + C^2H^4O^2.$$

» Enfin, l'alcool instable se transforme en acétone

$$R-COH=CH^2 = R-CO-CH^3. »$$

ZOOLOGIE. — *Sur un échouement de Cétacé de la* 113e *olympiade.* Note de M. G. Pouchet.

« Les cétologues relèvent avec soin les anciens échouements de Cétacés dont le souvenir a été conservé. J'ai fait connaître (*Soc. de Biologie*,

6 décembre 1890) deux échouements de grands Cétacés sur la côte de France et dans la Méditerranée remontant au VIIe et au IXe siècle de notre ère, qui n'avaient pas encore été signalés.

» Il en est un beaucoup plus ancien, certainement le premier en date, et qui offre un intérêt particulier. Il s'agit d'un grand Cétacé échoué sur la côte septentrionale du golfe Persique, que Néarque mentionne dans un passage de son Journal qu'Arrien paraît simplement avoir copié (*Hist. Indic.*, CXXXIX, éd. Dübner; Didot, p. 236). C'est un peu à l'est de l'embouchure de Khisht que Néarque vit cette baleine. Des hommes de ses équipages, envoyés pour la mesurer, lui trouvèrent 90 coudées (πῆχυς) de long, la peau épaisse par places d'une coudée (avec le lard évidemment) et rugueuse (φολιδωτός). Il convient de laisser ici une part à l'exagération; ajoutons toutefois que Strabon, faisant allusion au même animal (XVI, p. 766 et sq.), dit seulement 50 coudées, et qu'une autre lecture d'Arrien (*Script. rer. Alex. Magni*, éd. Müller; Didot, 1846) donne également cette dimension que nous pouvons accepter comme sensiblement exacte, surtout si l'on admet que la taille des grands Cétacés a diminué depuis qu'on les chasse.

» Mais Néarque ajoute un détail caractéristique : il dit que la peau de l'animal était couverte de coquilles comme celles qui se fixent aux rochers et d'herbes marines (ὄστρεά τε καὶ λοπάδας καὶ φυκία πολλὰ ἔχει ἐπιπεφυκότα). Ce signalement montre qu'il s'agit à coup sûr d'une Mégaptère (*M. Boops*), dont la peau présente toujours une grande abondance de Coronules, confondues ici avec des Patelles (λοπάς), et de *Conchoderma*, confondus ici avec des goémons.

» La détermination spécifique de l'animal échoué en 325 av. J.-C. à l'embouchure du Khisht, vers le fond du golfe Persique, n'est donc pas douteuse.

» Ce qui donne à cet échouement un intérêt particulier, c'est qu'en 1883 j'acquérais, pour le cabinet d'Anatomie comparée, le squelette d'une Baleine venue à la côte à quatre-vingts milles environ de l'embouchure du Khisht, au fond du golfe Persique et qui était décrite par un de mes assistants, M. H. Gervais (*Comptes rendus*, 31 décembre 1883), comme la première Mégaptère signalée dans cette région du globe.

» Si, à l'époque d'Alexandre, les grands Cétacés que les Grecs ne savaient pas chasser, d'où leur peu de connaissance de ces animaux (Cf. Aristote) étaient certainement plus nombreux qu'aujourd'hui dans la Méditerranée, il résulte d'un autre passage qu'Arrien dit emprunter de même au Journal de Néarque (*ibid.*, ch. XXIX et XXX) qu'ils étaient plus abondants égale-

ment dans la mer des Indes. Ce second passage toutefois ne paraît pas avoir le même caractère d'authenticité que le premier; on peut en retenir cependant que les peuples pêcheurs de la côte de l'océan Indien, à l'est du cap Dschask, se servaient à cette époque, comme on fait encore aujourd'hui dans les pays du Nord, des os des grands Cétacés échoués pour pièces de charpente dans la construction de leurs habitations. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la constitution physiologique des tubercules de Pomme de terre dans ses rapports avec le développement des bourgeons.* Note de M. **A. Prunet**, présentée par M. Duchartre.

« On sait que, dans la Pomme de terre, les bourgeons voisins du sommet des tubercules s'accroissent davantage, se développent plus tôt et plus rapidement que les bourgeons voisins de la base. Il résulte, en outre, des observations de divers expérimentateurs et en premier lieu de M. Wollny (1), que les moitiés antérieures des tubercules cultivées isolément donnent des récoltes plus abondantes que les moitiés postérieures. Je me suis proposé de rechercher si l'analyse physiologique des deux moitiés des tubercules ne donne pas les raisons prochaines de ces divers faits.

» Mes observations ont porté sur des tubercules appartenant à trois variétés différentes. Dans une première série d'expériences, j'ai employé des tubercules non germés; dans une seconde, des tubercules en voie de germination. J'ai dosé comparativement dans les deux moitiés des tubercules : la matière sèche, le sucre (méthode Soxhlet), l'amidon et les dextrines (méthode de Sacchsse), l'azote total (méthode Kjeldahl-Wilfarth), l'azote albuminoïde et non albuminoïde (méthode Stutzer-E. Schulze), la diastase (méthode Baranetzky-Wortmann), les acides organiques libres ou faiblement combinés (baryte et orangé n° 3 comme indicateur), la totalité des cendres et, dans celles-ci, la potasse, la magnésie, la chaux et l'acide phosphorique.

» Dans les tubercules non germés, les moitiés antérieures se sont montrées d'une façon générale plus riches en matière sèche, en hydrates de carbone transformables par l'acide chlorhydrique en sucre réducteur; plus riches en azote albuminoïde et non albuminoïde, en albuminoïdes solubles

(1) *Das Zerschneiden der Kartoffelsaatknollen* (*Wiener Landwirthschaftliche Zeitung*, Jahrgang XXXII, p. 223; 1882, et *Just's Jahresber.*, p. 37; 1882).

dans l'eau; plus riches en acides organiques, en sels et en particulier en potasse, magnésie et acide phosphorique. Les tubercules en voie de germination ont fourni des résultats analogues et avec des différences encore plus accusées.

» Voici d'ailleurs, pour fixer les idées, un Tableau renfermant pour les tubercules non germés et en voie de germination les moyennes des principaux résultats fournis par l'analyse des trois variétés de tubercules ([1]).

		Matière sèche.	Hydrates de carbone.	Azote total.	Azote albumin.	Azote non albumin.	Album. solubles.	Acid. ([2]) organ.	Cendres.	Potasse.	Magn.	Chaux.	Acide phosp.
Tubercules non germés.	Moitiés antérieures.	26,5	22,43	0,348	61,21	38,79	68,45	0,198	5,015	63,28	3,25	1,95	17,32
	Moitiés postérieures.	24,05	20,52	0,325	60,04	39,96	64,02	0,186	4,42	57,35	3,12	1,97	16,06
Tubercules en germination	Moitiés antérieures.	26,4	23,21	0,374	41,76	58,26	83,07	0,207	5,53	62,37	3,24	1,88	17,27
	Moitiés postérieures.	22,6	19,07	0,302	53,43	46,57	69,33	0,178	4,48	52,49	2,97	1,93	15,14

» Dans les trois variétés étudiées, je n'ai trouvé avant la germination ni sucre, ni diastase ou seulement des quantités à peine appréciables. Dans les tubercules en germination, le sucre et la diastase apparaissent dans les moitiés antérieures alors qu'on n'en trouve pas encore dans les moitiés postérieures. En outre, dans les tubercules en germination, la proportion de l'azote des amides par rapport à l'azote total et des albuminoïdes solubles par rapport à l'ensemble des albuminoïdes s'accroît plus tôt et davantage (voir le Tableau ci-dessus) vers le sommet des tubercules qu'à leur base.

» Le développement plus rapide et plus considérable des bourgeons antérieurs s'explique dès lors par la prédominance, dans leur voisinage, des matières nutritives de réserve et des principes actifs azotés, et par celle aussi des acides organiques et des sels qui jouent un rôle si considérable dans les phénomènes de croissance soit en déterminant la turgescence des éléments cellulaires, soit en intervenant directement dans les transformations des principes immédiats. L'apparition plus précoce dans les moitiés antérieures des processus ordinaires de la croissance, passage des matières

---

([1]) La matière sèche, les hydrates de carbone, l'azote total et les acides sont rapportés à 100 de poids frais; les cendres à 100 de poids sec; l'azote albuminoïde et non albuminoïde à 100 d'azote total; les albuminoïdes solubles à 100 d'albuminoïdes; la potasse, la magnésie, la chaux, l'acide phosphorique à 100 de cendres.

([2]) Exprimés en acide sulfurique.

de réserve (amidon, etc.) de l'état insoluble à une forme migratrice soluble (sucre, etc.), transformation d'une partie des albuminoïdes en combinaisons amidées diverses, accroissement des albuminoïdes solubles par rapport à l'ensemble des albuminoïdes, provient aussi de ce que les conditions intrinsèques nécessaires à la germination sont mieux et plus complètement réalisées vers le sommet des tubercules qu'à leur base.

» Ces différences, dans la répartition des principes immédiats et des substances minérales dans les deux moitiés des tubercules ne sont pas originelles, car elles n'existent pas dans les tubercules jeunes n'ayant pas encore terminé leur croissance.

» On voit donc que, lorsque les tubercules ont atteint leur taille définitive, il se produit de leur base vers leur sommet un courant de matière qui a pour résultat d'amener un développement plus précoce, plus rapide et plus considérable des bourgeons voisins du sommet et de rendre les moitiés antérieures plus aptes à la multiplication de la plante.

» Il était intéressant de savoir si ces mouvements d'une portion de la matière sèche ne changeraient pas de sens après l'ablation des bourgeons antérieurs. Ayant systématiquement supprimé ces bourgeons au moment de leur apparition, j'ai pu constater qu'il s'établissait graduellement, dans les tubercules en expérience, une répartition de la matière sèche inverse de la répartition normale. Les principes immédiats et les substances minérales contenus dans les moitiés antérieures, n'y trouvant pas d'emploi, avaient émigré vers les bourgeons postérieurs qui, dès lors, se sont développés davantage, plus tôt et plus rapidement que dans les tubercules non ébourgeonnés.

» En résumé, dans les tubercules de la Pomme de terre, il y a toujours une relation étroite entre la répartition des principes immédiats et des substances minérales et l'aptitude relative des bourgeons au développement. »

GÉOLOGIE. — *Sur les glaciers anciens de la Cordillère andine de Chillan (Chili).* Note de M. **A.-E. Noguès**, présentée par M. Fouqué.

« Vers le 71ᵉ degré de longitude du méridien de Greenwich et entre 36° et 37° de latitude méridionale, à l'ouest de la ligne anticlinale de la Cordillère des Andes, se montre le petit groupe des volcans de Chillan, formé par deux grands cônes, le *Nevado* et le volcan *Viejo* (volcan vieux) et d'un plus petit à l'est des deux premiers. Ces sommets de la

Cordillère de Chillan n'ont pas une grande élévation : le plus élevé, le volcan Nevado, a 2904^m d'altitude; le volcan Viejo est encore moins haut. Les glaciers environnent le groupe volcanique de Chillan et se montrent sur toutes les sommités de la Cordillère; au volcan d'Antuco, plus au sud, on les trouve à une altitude de 2184^m; enfin, en face de la péninsule de Tres Montes, par 46° et dans le détroit de Magellan, ils descendent presque au niveau de la mer.

» Nous voulons démontrer, dans cette Note, que les glaciers, à une époque antérieure à l'éruption des volcans de Chillan, existaient déjà dans la Cordillère et que leur puissance était supérieure à ceux d'aujourd'hui, c'est-à-dire que, dans la Cordillère de Chillan, on distingue deux sortes de moraines, de deux époques distinctes et différentes : 1° *moraines antérieures* à la formation ou à l'éruption des volcans actuels, probablement tertiaires; 2° *moraines postérieures* à l'éruption des volcans actuels et formées avec des débris de roches et laves rejetées par ces volcans.

» Pissis, dans sa *Geografia fisica de la republica de Chile*, émet, sous forme dubitative, l'opinion qu'à la fin de la période tertiaire un grand cataclysme, dû à la fusion des glaciers par la chaleur des éruptions volcaniques qui eurent lieu alors, sema, dans toute l'étendue de la vallée longitudinale du Chili, l'énorme terrain de transport qui la couvre aujourd'hui. Mes observations confirmeraient ces vues de Pissis.

» Dans l'étroite vallée du Renegado, aux Thermes mêmes de Chillan, au-dessous des glaciers, se montrent les moraines formées par les glaciers actuels; l'hôtel des Thermes est bâti sur l'une de ces moraines qui a pour caractère distinctif de contenir des laves, débris de roches volcaniques modernes, sables provenant des cendres volcaniques. La coulée des laves est descendue fort en avant dans la vallée; mais la moraine moderne est loin d'avoir la même extension.

» Aux environs des Thermes, mais plus bas sur la rive gauche du torrent qui descend du glacier, se trouve une puissante moraine ancienne formée de cailloux et blocs non roulés, anguleux, de toutes dimensions, dont les argiles ou boues ont été durcies et cimentées. Par rapport à l'orographie actuelle de la région, cette moraine se trouve dans une situation anormale; une portion de la Cordillère a été arrachée et a disparu; c'était une moraine terminale par rapport à cette partie arrachée. Cette moraine ancienne est caractérisée par l'absence des laves et roches rejetées par les volcans de Chillan : ses matériaux sont différents de ceux de la moraine moderne. Sa position, sa composition font prévoir une antiquité qui la

rapporte à une époque où les volcans de Chillan n'avaient pas encore rejeté leurs laves et scories. Donc il y a des moraines antérieures aux volcans de la Cordillère de Chillan, donc il y a eu des glaciers dans la même Cordillère avant la formation et l'éruption de ses volcans. Il nous reste à rechercher si le phénomène est général dans les Andes, ce qui est probable. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le genre* Megapleuron. Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Albert Gaudry.

« En 1881, M. Gaudry a fait connaître à l'Académie, sous le nom de *Megapleuron Rochei*, un poisson fossile du Permien se distinguant des *Ceratodus* par la présence d'écailles ganoïdes rhombiques.

» Ayant pu, grâce à l'extrême obligeance de mon savant collègue, étudier à nouveau ce curieux exemplaire, j'ai trouvé sur la roche encaissante, en particulier à la partie droite du corps, au voisinage de la tête, la trace d'écailles arrondies, dont le diamètre transversal n'a pas moins de 25^{mm}, rappelant ainsi fort exactement l'aspect des écailles du *Ceratodus Forsteri* de la Nouvelle-Hollande. En étudiant ces empreintes avec un grossissement de 30 à 40 diamètres, on constate sur nombre d'endroits un dessin quadrillé formé de très fines côtes, dont on compte 10 à 12 sur une largeur de 1^{mm}, disposées à peu près parallèlement entre elles, que relient d'autres petites côtes semblables, disposées en échelons entre les précédentes. Une structure identique s'observe dans la partie profonde de la couche calcifiée externe de l'écaille du *Ceratodus;* or, d'après la situation de l'individu sur la pièce en question, c'est cette partie de l'écaille qui doit se montrer à nous, les couches stratifiées profondes, de nature organique, ayant dû disparaître dans la fossilisation.

» On ne pourrait donc plus attribuer à ce poisson les écailles rhombiques trouvées dans son voisinage, et il présentait, même sous le rapport de la vestiture, les caractères habituels des Dipnées.

» L'ensemble de l'organisation, telle qu'on la connaît, rappelle au reste si complètement celle du *Ceratodus*, qu'on ne voit aucune raison de l'en séparer. M. Fritsch et M. Smith Woodward, qui ont précédemment émis certains doutes sur la légitimité du genre *Megapleuron*, placent le *M. Rochei* parmi les *Ctenodus* d'Agassiz; on ne constate pas cependant sur l'exemplaire type que les os protecteurs du crâne soient très multipliés, ni que

les côtes rayonnantes des plaques palatales ou mandibulaires offrent des denticulations ou tubercules, particularités données comme distinctives des *Ctenodipterini*. Ajoutons cependant que les paléontologistes autorisés ont déjà fait ressortir le peu de valeur des caractères qu'on invoque pour distinguer ces deux genres.

» Par la forme et la structure de ses écailles, par la disposition de son squelette, et même par ses dimensions, le *Ceratodus* d'Igornay rappelle évidemment beaucoup l'espèce encore actuellement vivante de la Nouvelle-Hollande, remarquable exemple de la persistance d'un genre de poisson, d'ordre assez élevé, depuis ces époques anciennes jusqu'à nos jours. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une Dicotylédone trouvée dans l'albien supérieur, aux environs de Sainte-Menehould (Marne).* Note de M. **P. Fliche**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Jusqu'aux importantes recherches de M. de Saporta, pour le Portugal, de MM. Fontaine et Lester Ward pour l'Amérique du Nord, les plus anciennes Dicotylédones connues, en dehors d'une seule feuille rapportée par Heer à l'urgonien, avaient été rencontrées seulement à la base du crétacé supérieur, dans le cénomanien. En France, les premières qu'on ait trouvées sont celles que M. Zeiller a reconnues à Simeyrols (Dordogne), dans un dépôt qui paraît appartenir au cénomanien supérieur; puis celles du gisement turonien du Beausset, dans les environs de Toulon. Il me semble, par suite, intéressant de signaler à l'Académie une empreinte de feuille recueillie dans la gaize, roche qui forme le facies local de l'albien supérieur, dans le nord-est de la France.

» Elle m'a été communiquée, avec quelques autres fossiles végétaux, à l'occasion des recherches que je poursuis sur la flore fossile de la région, par M. Collet, membre de la Société géologique, résidant à Sainte-Menehould. Elle a été découverte à la carrière de la Sucrerie, près de cette ville. Son authenticité est incontestable, parce que le fragment de roche qui la porte a tous les caractères de la gaize. Elle n'est pas complète; mais ce fragment est assez grand pour qu'il soit possible d'affirmer l'attribution à une Dicotylédone et d'essayer un rapprochement avec les formes actuelles.

» Il s'agit d'une feuille allongée, de consistance coriace, présentant un pétiole qui n'offre des traces de sa présence que vers son extrémité inférieure.

» Cette feuille rappelle, non seulement par sa consistance, mais encore par sa nervation, celles de beaucoup de Laurinées, des *Laurus* en particulier. La direction et la forme des nervures qui se détachent de la nervure primaire, le réseau que forment les nervures d'ordre inférieur sont fort analogues. Parmi les Laurinées déjà rencontrées dans le crétacé, le fossile présente surtout de l'analogie de forme avec le *Laurus angusta* H. et les plus petits échantillons du *L. plutonia* H., tous deux de la craie du Groenland; toutefois la nervation paraît n'être pas complètement semblable, autant qu'on en peut juger, car celle des échantillons figurés par Heer est encore moins bien conservée que celle de la feuille qui nous occupe. En outre, le bord de celle-ci présente quelques légères ondulations et la forme générale est légèrement falciforme, ce qu'on n'observe pas sur les feuilles groenlandaises. Sous ces derniers rapports, il y aurait quelque analogie avec le *L. cretacea* Ett. de Niederschöna, mais les dimensions et la nervation de cette dernière sont fort différentes. Il semble donc qu'on soit en présence d'une espèce non encore décrite, que je nommerai *L. Colleti*, du nom du géologue qui en a fait la découverte.

» Il est entendu qu'en attribuant cette feuille aux *Laurus*, je fais des réserves sur la certitude d'une détermination, effectuée sur un seul échantillon.

» Alors même que l'on pourrait concevoir des doutes sur cette attribution, il me semble que la seule présence d'une Dicotylédone dans les couches albiennes du nord-est de la France, fournissant le plus ancien témoignage de l'existence de ces plantes dans notre pays, reliant, dans l'espace et dans le temps, les stations cénomaniennes d'Allemagne et d'Austro-Hongrie avec les dépôts cénomaniens supérieurs de Simeyrols et les gisements plus anciens du Portugal, n'en constitue pas moins un fait de réelle importance.

» Il est bon, en terminant cette Note, de faire observer que la présence d'un seul échantillon dans la gaize ne préjuge en rien le degré de rareté des Dicotylédones au moment où celle-ci se déposait. Non seulement cette roche est d'origine marine, ce qui est peu favorable à la conservation des végétaux terrestres, mais, en outre, son mode de formation paraît avoir été contraire à la fossilisation. Les restes animaux n'y sont pas très abondants; quant aux plantes terrestres, en dehors de quelques fragments de bois, on n'en a pas trouvé d'autre vestige certain que l'empreinte citée dans ce travail, tandis que la couche sur laquelle repose la gaize et celle qui la surmonte en renferment une certaine quantité. »

M. Lavocat adresse une Note ayant pour titre : « Considérations sur l'origine des espèces ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie présente, par l'organe de son doyen, M. Marey, la liste suivante de candidats à la place actuellement vacante dans son sein par suite du décès de M. *A. Richet* :

En première ligne.	M. Guyon.
En deuxième ligne.	M. Lannelongue.
En troisième ligne.	M. Duplay.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 avril 1892.

Notice sur A. de Quatrefages, par Émile Cartailhac. Paris, Masson, 1892; br. in-8°.

Les nouvelles bases de la Géométrie supérieure (*Géometrie de position*); par M. Mouchot. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Bulles de savon, par C.-V. Boys. Traduit de l'anglais par Ch.-Ed. Guillaume. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; in-16. (Présenté par M. Cornu.)

Premières leçons d'Algèbre élémentaire. Nombres positifs et négatifs. Opérations sur les polynômes, par Henri Padé. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; in-8°.

Calcul des poutres continues. Méthode générale analytique et méthode

graphique, par M. Bertrand de Fontviolant. Paris, G. Steinheil, 1890; br. in-8°.

Mémoires sur les déformations élastiques des pièces et des systèmes de pièces à fibres moyennes planes ou gauches, Ire et IIe Parties, par M. Bertrand de Fontviolant. Paris, G. Steinheil, 1888; br. in-8°.

Mémoires sur la statique graphique des arcs élastiques, par M. Bertrand de Fontviolant. Paris, G. Steinheil, 1890; br. in-8°.

Détermination et emploi des lignes d'influence des tensions élastiques dans les arcs pleins et les arcs réticulaires articulés aux naissances, par M. Bertrand de Fontviolant. Paris, 1890; br. in-8°.

Sur les déformations élastiques maximums des arcs métalliques, par M. Bertrand de Fontviolant. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; br. in-4°.

Sur les déformations élastiques dans les pièces à fibres moyennes, par M. Bertrand de Fontviolant. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; br. in-4°.

Sur la détermination des forces élastiques et de leurs lignes d'influence dans les poutres assujetties à des lésions surabondantes, par M. Bertrand de Fontviolant. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; br. in-4°.

Sur les déformations élastiques d'un corps solide, isotrope ou cristallisé, sous l'action d'une force d'intensité constante, pivotant autour de son point d'application, par M. Bertrand de Fontviolant. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; br. in-4°.

Sur la statique graphique des arcs élastiques, par M. Bertrand de Fontviolant. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; br. in-4°.

The Tribes and Cartes of Bengal, by H.-H. Risley. — *Ethnographic glossary,* vol. I et II. Calcutta, 1891; 2 vol. gr. in-8°.

Resumen de las observaciones meteorologicas effectuadas en la peninsula y algunas de sus islas adyacentes durante el año de 1889, *ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid.* Madrid, Rafael Marco y Viñas, 1891; in-8°.

Astronomical Papers prepared for the use of the American Ephemeris *and* Nautical Almanac *under the direction of* Simon Newcomb, professeur U. S. Navy superintendent. Vol. II, Part VI; vol. III, Part V. Washington, 1891.

Azimut assoluto del segnale trigonometrico di Monte Vesco sull'orizzonte di Torino determinato negli anni 1890 *e* 1891, *da* Francesco Porro. Torino, Vincenzo Bona, 1892; br. in-4°.

Die Triangulation von Java Ausgeführt vom Personal des geographischen Dienstes in Niederländisch Oest-Indien. Haag, Martinus Nighoff, 1892; in-4°.

Atlas deutscher Meeresalgen, von Dr I. Reinike. Berlin, 1892; in-4°.

Smithsonian institution United States national Museum. The Museum of the future, by G. Brown Good. Washington, 1891; br. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 avril 1892.

Traité de Chimie agricole, par P.-P. Dehérain. — *Développement des végétaux, terre arable, amendements et engrais.* Paris, Masson, 1892; in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery; 2e série, t. XVI, février 1892. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; fasc. in-8°.

Les maîtres de la Science. — Lavoisier. La chaleur et la respiration. 1770-1789. Masson; vol. in-12. (Présenté par M. Bouchard.)

Les maîtres de la Science. — Bichat. La mort par l'asphyxie, 1771-1802. Masson; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Bouchard.)

Traité des maladies contagieuses et de la police sanitaire des animaux domestiques, par V. Galtier. T. I et II. Paris, Asselin et Houzeau, 1891; 2 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Relations des phénomènes météorologiques déduites de leurs variations diurnes et annuelles, par Ch. André. Lyon, 1892; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Recueil de Mémoires et observations sur l'Hygiène et la Médecine vétérinaires militaires, rédigé sous la surveillance des vétérinaires principaux de la section technique de la cavalerie et publié par ordre du Ministère de la Guerre, 2e série, t. XV. Paris, L. Baudoin, novembre 1891; in-8°.

Cours de Chimie organique, par M. Œchsner de Coninck, 1er fascicule. Paris, G. Masson, 1892; in-8°.

Traité de Chimie industrielle, par MM. Wagner, Fischer et L. Gautier. Tome II, fasc. II. Paris, F. Savy, 1892; in-8°.

Annals of the Royal botanic Garden Calcutta, t. III. Calcutta, 1891; atlas in-4°. (Présenté par M. J. Bertrand.)

Illustrationes floræ atlanticæ, seu icones plantarum novarum, rariorum vel minus cognitarum in Algeria necnon in regno Tunetano et imperio Maroccano nascentium, auctore E. Cosson, fasc. V. Parisiis, e Reipublicæ typographeo, 1892; atlas in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

University of Nebraska. Fifth annual Report of the agricultural experiment station of Nebraska. Lincoln, Nebraska; in-8°.

Observations made during the year 1887 *at the United States Naval Observatory,* captain Robert L. Phythian. Washington, 1892; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 16 MAI 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Contribution à l'histoire des composés carbosiliciques;* par M. P. SCHUTZENBERGER.

« Il y a quelques années, j'ai fait connaître, en collaboration avec M. Colson, des composés ternaires formés de carbone, de silicium et d'oxygène, ou de carbone, de silicium et d'azote, que l'on obtient en chauffant au rouge blanc du silicium cristallisé, soit dans une atmosphère d'acide carbonique, soit en présence de gaz carburé et d'azote.

» Plus tard, M. Colson a décrit une combinaison binaire de carbone et de silicium formée en chauffant fortement du silicium cristallisé dans un courant d'hydrogène chargé de vapeurs de benzine, combinaison qui répond à la formule SiC^2.

» Tous ces corps ont à peu près la même apparence et ne se distinguent

bien que par l'analyse. Ce sont des poudres d'un vert plus ou moins pâle, infusibles, fixes, inattaquables par l'acide fluorhydrique et les alcalis caustiques en solutions même concentrées; attaquables au rouge naissant par la potasse en fusion, avec dégagement d'hydrogène et formation de silicate de potasse, de carbonate de potasse et dégagement d'ammoniaque dans le cas de l'azotocarbure. Dans toutes, le carbone, associé au silicium, résiste d'une manière remarquable à la combustion au moyen de l'oxygène libre au rouge ou au moyen de l'oxyde de cuivre. On n'arrive à brûler entièrement le carbone des composés carbosiliciques qu'en les chauffant au rouge avec du chromate de plomb basique.

» En me plaçant dans les conditions suivantes, différentes de celles de mes premières expériences, je suis arrivé à obtenir un carbure de silicium nouveau, dont la composition répond à la formule simple SiC. Les faits observés permettent, de plus, de mieux se rendre compte des phénomènes qui se passent lors de la synthèse de l'oxycarbure $SiCO$ et de l'azotocarbure Si^2C^2Az décrits précédemment.

» J'introduis dans un petit creuset en charbon de cornue, d'une capacité de 20^{cc} à 30^{cc} environ, fermé par un couvercle de même substance bien ajusté, un mélange de silicium cristallisé et pulvérisé et de silice pulvérulente, dans les proportions de 1 partie de silicium et de 2 parties de silice, ou de parties égales.

» La silice n'intervient pas dans la réaction; elle n'a pour but et effet que de diviser le silicium, de permettre à l'atmosphère active d'oxyde de carbone et d'azote d'agir plus complètement, en empêchant la masse de s'agglomérer et de devenir compacte.

» Le creuset est placé dans un second creuset en terre réfractaire, un peu plus grand, dans un lit de brasque de noir de fumée qui l'enveloppe complètement. Ce second creuset est lui-même protégé par un troisième d'assez grande dimension, les espaces vides étant remplis de noir de fumée bien tassé.

» Dans ces conditions, on peut chauffer au rouge vif tout le système, pendant plusieurs heures, sans que le creuset interne en charbon de cornue soit le moins du monde attaqué par des gaz oxydants.

» Mes nouvelles expériences ont été faites à une température moins élevée que les premières et qui n'atteignait pas le rouge blanc éblouissant, mais seulement le rouge vif.

» Au bout de quelques heures, tout le silicium est attaqué; la masse introduite dans le creuset, de façon à le remplir presque entièrement, reste

friable et se détache facilement des parois du creuset en charbon qui restent polies et ne paraissent avoir subi aucune altération.

» On connaît le poids du creuset vide, le poids et la composition du mélange, le poids du creuset avec le mélange, ce qui permet de constater après expérience : 1° que le creuset n'a pas sensiblement changé de poids; 2° que le creuset avec la matière a subi une augmentation de poids correspondant à peu près à la moitié de celui du silicium employé. Voici du reste les résultats numériques trouvés :

		I.	II.	III.
Tare du creuset vide avant		15gr,802	15gr,862	gr »
Tare du creuset avec le mélange		5,955	6,991	»
Tare du creuset avec le mélange après sept heures de calcination au rouge vif		3,709	4,590	»
Tare du creuset vide après l'expérience		15,862	15,797	»
Poids du mélange employé		9,847	8,871	16,2
Composition du mélange	silicium	5,387	4,853	5,2
	silice	4,460	4,018	11,0
Augmentation de poids du creuset avec la matière		+ 2,246	+ 2,401	+ 2,2
Changement de poids du creuset vide		— 0,06	+ 0,065	+ 0,07

» La faible augmentation de poids éprouvée par le creuset de charbon s'explique par l'impossibilité d'enlever, sans l'entamer, une couche de composé carbosilicique qui s'incruste superficiellement. La masse, un peu frittée et verdâtre, retirée du creuset, est broyée; la potasse caustique en solution bouillante ne dégage pas d'hydrogène; il ne reste donc plus de silicium.

» Par une ébullition avec de l'acide fluorhydrique moyennement concentré, on dissout toute la silice, ainsi qu'un peu d'azoture de silicium, converti en fluorure d'ammonium et fluorure de silicium, sans dégagement d'hydrogène et dont la composition doit, par conséquent, répondre à la formule Az^4Si^3. Les $18^{gr},72$ de produit brut obtenu dans les expériences I et II réunies ont donné $0^{gr},504$ d'azote ammoniacal seulement, avec un résidu insoluble dans l'acide fluorhydrique concentré et chaud d'un poids égal à $7^{gr},03$, c'est-à-dire inférieur au poids du silicium total employé ($10^{gr},240$).

» L'azote ammoniacal trouvé ne correspond qu'à $0^{gr},75$ de silicium converti en azoture Si^3Az^4. Or, d'après l'analyse suivante, la partie insoluble dans l'acide fluorhydrique contient de 63 à 64 pour 100 de silicium,

et, par conséquent, les $7^{gr},03$ en renferment $4^{gr},49$. Ainsi, sur $10^{gr},240$ de silicium, $0^{gr},75$ environ ont été convertis en azoture Si^3Az^4, $4^{gr},5$ en résidu vert. Le reste, soit 5^{gr}, n'a pu être que transformé en produits solubles dans l'acide fluorhydrique et parmi lesquels figure de la silice.

» Il résulte de là que le carbone du composé carbosilicique a été fourni non par le creuset qui n'est pas attaqué, mais par l'oxyde de carbone qui est réduit au rouge vif par le silicium.

» L'analyse du résidu vert clair que laisse le traitement fluorhydrique a été faite de la manière suivante :

» 1° On a chauffé dans un creuset en argent un poids connu du produit avec de l'hydrate de potasse pure, amené à fusion tranquille. L'attaque se fait avec incandescence et dégagement d'hydrogène. La masse reproduite est dissoute dans l'eau, filtrée pour séparer de l'oxyde d'argent, neutralisée par un excès d'acide chlorhydrique et évaporée à sec, puis légèrement calcinée. La silice devenue insoluble est lavée et dosée. Comme contrôle, on fait une expérience à blanc et l'on déduit du poids de la silice trouvée celle qui répond à la potasse employée.

» $0^{gr},2515$ de produit fondu au rouge avec KOH pure ont donné $0^{gr},353$ de silice qui se réduit à $0^{gr},341$ de silice, déduction faite de celle apportée par la potasse. Ce nombre correspond à $63^{gr},2$ pour 100 de silicium.

» D'autre part, on chauffe au rouge sombre dans une nacelle en porcelaine contenant la matière et placée dans un tube en verre de Bohême un poids connu de matière dans un courant de chlore pur, exempt d'air et absolument sec. Le silicium se combine au chlore avec incandescence et production de chlorure de silicium qui distille et que l'on recueille dans de l'eau.

» Le dosage de la silice formée par la décomposition du chlorure de silicium sert de contrôle et prouve que la perte éprouvée par le produit, sous l'influence du chlore, est due à l'élimination de silicium seulement.

» L'action étant terminée, et le chlore cessant d'être absorbé, on laisse refroidir dans le courant de chlore, puis on chauffe la masse dans un courant d'azote pur et sec afin de chasser le chlore condensé dans le résidu, et l'on pèse.

» Le résidu est noir, pulvérulent et en grande partie formé par du carbone divisé que l'on dose facilement en le brûlant dans l'oxygène et en déterminant la perte résultante ou en pesant l'acide carbonique formé.

» En opérant avec les précautions indiquées, la perte totale éprouvée par le produit et due à l'élimination successive du silicium et du carbone

s'élève à 80 pour 100 environ. On trouve de plus que les deux éléments sont exactement dans le rapport des poids atomiques.

» Le résidu dans la nacelle offre l'apparence du produit initial dont il ne diffère que parce qu'il est beaucoup moins attaquable par le chlore. On parvient, cependant, à le résoudre encore en partie en silicium et en carbone, en faisant agir le chlore à une température plus élevée, au rouge vif. $0^{gr},2261$ de ce résidu ont fourni ainsi $0^{gr},1205$ de silicium à l'état de chlorure et 0,049 de carbone libre.

» Ces nombres répondent aussi au rapport SiC.

» Il est resté $0^{gr},057$ de résidu non attaqué et qu'une nouvelle calcination dans le chlore ne modifie plus.

» En résumé, la majeure partie de la masse résultant de l'opération traitée par l'acide fluorhydrique est constituée par un carbure de silicium SiC, pulvérulent, de couleur vert clair, inattaquable par la potasse en solution bouillante et par l'acide fluorhydrique, infusible et fixe. Ce produit, formé par l'action du silicium sur l'oxyde de carbone, au rouge vif, a fourni à une température plus élevée, au rouge blanc, l'oxycarbure SiCO que nous avons décrit auparavant, en s'unissant à l'oxygène fourni par l'acide carbonique. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de la densité des gaz liquéfiés et de leurs vapeurs saturées. — Éléments du point critique de l'acide carbonique;* par **M. E.-H. Amagat.**

« L'une des méthodes employées pour déterminer la densité de vapeur des gaz liquéfiés consiste à estimer dans la tige graduée du tube à pression le volume occupé par le fluide au moment où, par suite d'une variation très lente de pression, on voit soit apparaître la première trace de liquide, soit disparaître la dernière trace de celui qui s'était formé. Les nombreuses observations que j'ai faites m'ont montré qu'il est extrêmement difficile de saisir avec certitude le moment exact de l'apparition ou de la disparition.

» Il est encore plus difficile de déduire la densité du gaz liquéfié du volume qu'il occupe au moment où la dernière bulle de vapeur disparaît; il suffit, en effet, d'une trace d'air absolument insignifiante pour retarder de beaucoup ce point de liquéfaction totale qui correspond toujours à une pression notablement supérieure à la tension maxima.

» Pour se mettre complètement à l'abri des retards relatifs aux changements d'état, il importe de n'opérer que sur des corps qui sont à l'état

d'équilibre normal, comme cela a lieu, après un temps suffisant, quand le liquide et la vapeur sont l'un et l'autre en quantités suffisantes; la méthode que j'indiquerai plus loin, et dans laquelle cette condition est réalisée, peut conduire à de très bons résultats. Je l'ai appliquée seulement à l'acide carbonique; les circonstances ne m'ayant pas permis de donner à ces recherches le développement que j'avais projeté, je ne crois pas devoir différer plus longtemps la publication de résultats obtenus depuis près de deux ans et que j'ai, du reste, communiqués déjà en partie à un grand nombre de personnes.

» Voici comment j'ai opéré : on liquéfie d'abord une partie du gaz de manière que le volume du liquide soit, par exemple, le dixième de celui de la vapeur et, quand l'équilibre est parfaitement établi, on fait la lecture des deux volumes; on pousse alors la liquéfaction de manière à tripler ou quadrupler la quantité du liquide, et l'on mesure de même les nouveaux volumes.

» Si ΔV et $\Delta V'$ sont l'augmentation du volume du liquide et la diminution du volume de vapeur quand on passe du premier équilibre au second, on a évidemment, D et D' étant les densités sous les deux états :

$$\frac{\Delta V}{\Delta V'} = \frac{D'}{D}.$$

» D'autre part, si V et V' sont les volumes du liquide et de la vapeur pendant l'un des deux équilibres, on aura évidemment encore

$$VD + V'D' = P,$$

P étant le poids du gaz sur lequel on opère, d'où l'on déduit D et D'.

» Laissant de côté divers détails, notamment en ce qui concerne l'obtention des températures constantes, je dirai seulement qu'il a été tenu compte dans l'estimation des volumes de la forme que prennent les ménisques aux différentes températures; on remarquera, du reste, que cette correction n'intéresse point le calcul du *rapport* des densités; elle s'élimine dans la détermination de ΔV et $\Delta V'$.

» La difficulté des déterminations croît très rapidement quand on s'approche du point critique; l'instabilité de la matière finit par devenir telle qu'on ne peut plus arriver à obtenir une position fixe du ménisque. J'ai observé dans ces essais diverses apparences qui, je crois, n'ont pas encore été signalées et que j'indiquerai rapidement.

» Il peut arriver qu'en comprimant lentement, le ménisque disparaisse à une température notablement inférieure à celle du point critique, à

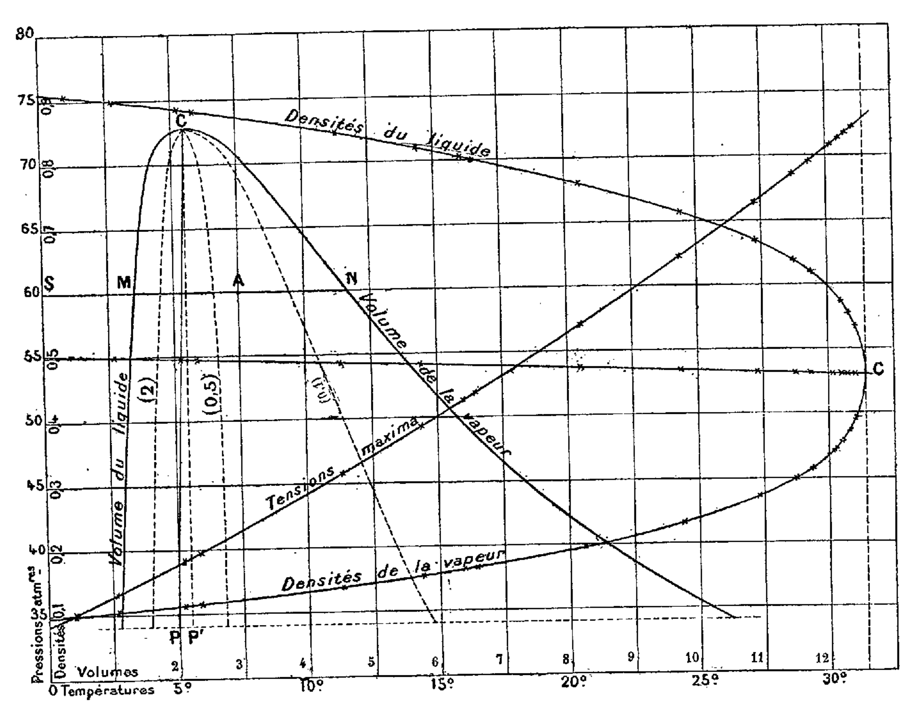
30°,5 par exemple; tant que le ménisque existe, les génératrices intérieures du tube paraissent brisées à son niveau (le ménisque est, ici, plan) à cause de la différence des indices, de manière à produire l'apparence d'une diminution brusque de diamètre intérieur; au moment où le ménisque s'efface la brisure disparaît et est remplacée par deux courbes raccordant très régulièrement les deux parties de chaque génératrice; la densité paraît alors passer d'une façon continue par toutes les valeurs, depuis D jusqu'à D'.

» Cette apparence est très fugitive; une bande horizontale opaque ressemblant à une épaisse émulsion surgit tout à coup vers le milieu de la courbure, puis disparaît; le ménisque reparaît alors ainsi que la brisure des génératrices; à ce moment il arrive parfois qu'une pluie de fines gouttelettes sphériques extrêmement nettes se produise au sein de la vapeur et vienne frapper le ménisque qu'elle agite violemment. Dans certains cas, l'effet produit par ces gouttelettes rappelle tout à fait, sauf le sens, celui des bulles de vapeur au sein du liquide quand l'ébullition n'est point tumultueuse; j'ai vu plusieurs fois les deux phénomènes se produire simultanément : l'effet de ces deux pluies allant à la rencontre l'une de l'autre est assez curieux. J'ai cherché à obtenir des photographies instantanées de ces phénomènes dans un jet de lumière électrique, mais comme ils sont très fugitifs et qu'il est assez difficile d'en préciser les conditions, j'ai réussi seulement à saisir les courbes de raccordement et la bande opaque qui s'y produit au moment où le ménisque va reparaître.

» Ces faits peuvent donner une idée des difficultés que présentent les mesures quand on arrive à quelques dixièmes de degré du point critique; les expérimentateurs, du reste, se sont en général arrêtés à une distance assez notable de ce point; j'ai pu cependant arriver jusqu'à 31°,00 dans de bonnes conditions de régularité.

» J'ai d'abord représenté les résultats par une courbe obtenue en portant les températures en abscisses et sur les ordonnées les deux densités correspondantes; cette courbe, ainsi qu'on le voit sur le diagramme ci-contre, a, comme celle de MM. Cailletet et Mathias, sensiblement l'aspect général d'une parabole à diamètre légèrement incliné sur l'axe des températures, le lieu du milieu des cordes est rigoureusement rectiligne, le sommet de la courbe est beaucoup plus applati que celui d'une parabole proprement dite, ce qui correspond, en approchant de la température critique, à un rapprochement extrêmement rapide des valeurs des deux densités; comme les mesures ont été poursuivies jusqu'à quelques dixièmes de degré de cette température, il est facile de voir que les deux branches

de courbe tendent nettement à se raccorder; on peut faire ce raccordement avec beaucoup de précision. On voit sur le même diagramme la courbe des tensions de vapeur avec les mêmes températures en abscisses et



les pressions en ordonnées, de sorte que l'intersection de cette courbe par l'ordonnée du point de raccordement donne de suite la pression critique.

» On trouve ainsi pour les éléments du point critique

$$T = 31^\circ,35, \qquad H = 72^{\text{atm}},9, \qquad D = 0,464.$$

» J'ai ensuite représenté les mêmes résultats au moyen d'une courbe de liquéfaction analogue à celle résultant du diagramme d'Andrews (pressions en ordonnées et volumes en abscisses); on voit qu'elle est, de même que les deux premières, parfaitement régulière. Considérons l'une des cordes horizontales MN de cette courbe; cette corde appartient à l'une des isothermes, c'est la partie correspondante à la liquéfaction; les abscisses de M et N sont les deux volumes spécifiques, les segments AN et AM sont dans le rapport des poids du liquide et de la vapeur : le rapport du volume de la partie liquéfiée à celle restée gazeuse est par suite $\frac{AN}{AM}\frac{SM}{SN}$; on peut donc déterminer le point A de telle sorte que ce rapport

ait une valeur donnée, et, en faisant de même pour un nombre suffisant de cordes (soit de températures) obtenir le lieu de ces points, je suis arrivé à ce résultat extrêmement simple que : le lieu des points pour lesquels les volumes de vapeur et de liquide sont égaux est rigoureusement une ligne droite presque perpendiculaire à l'axe des abscisses; par suite le volume total varie très peu : il serait rigoureusement constant et égal au volume critique si la droite était tout à fait perpendiculaire.

» Les courbes ponctuées portant les indications (2), (0,5), (0,1) sont les lieux correspondants aux rapports représentés par ces nombres; elles aboutissent toutes, bien entendu, au point C représentatif de l'état critique; il est facile de voir que le lieu CP′ qui aboutirait à l'abscisse du point C ne différerait pas pratiquement d'une ligne droite normale à l'axe des abscisses; pour le rapport correspondant qui est sensiblement égal à 0,8, le volume total serait donc invariable; si un tube de Natterer était rempli dans ces conditions, son ménisque conserverait donc une position fixe à toutes les températures : il suffirait pour cela qu'il contienne un poids d'acide carbonique égal à l'unité sous un volume égal au volume spécifique critique.

» Voici maintenant le Tableau résumant mes résultats; il donne à toutes les températures depuis zéro les deux densités et la tension maxima.

T.	Densité du liquide.	Densité de la vapeur.	Tension maxima.	T.	Densité du liquide	Densité de la vapeur.	Tension maxima.
°			atm	°			atm
0	0,914	0,096	34,3	18	0,786	0,176	53,8
1	0,910	0,099	35,2	19	0,776	0,183	55,0
2	0,906	0,103	36,1	20	0,766	0,190	56,3
3	0,900	0,106	37,0	21	0,755	0,199	57,6
4	0,894	0,110	38,0	22	0,743	0,208	59,0
5	0,888	0,114	39,0	23	0,731	0,217	60,4
6	0,882	0,117	40,0	24	0,717	0,228	61,8
7	0,876	0,121	41,0	25	0,703	0,240	63,3
8	0,869	0,125	42,0	26	0,688	0,252	64,7
9	0,863	0,129	43,1	27	0,671	0,266	66,2
10	0,856	0,133	44,2	28	0,653	0,282	67,7
11	0,848	0,137	45,3	29	0,630	0,303	69,2
12	0,841	0,142	46,4	30	0,598	0,334	70,7
13	0,831	0,147	47,5	30,50	0,574	0,356	71,5
14	0,822	0,152	48,7	31,0	0,536	0,392	72,3
15	0,814	0,158	50,0	31,25	0,497	0,422	72,8
16	0,804	0,164	51,2	31,35	0,464	0,464	72,9
17	0,796	0,170	52,4				

» La température et la pression critique données plus haut sont un peu plus faibles que celles qu'avait déduites M. Sarrau de mes expériences de 1880, mais il faut remarquer que, dans ces expériences, l'unité de volume n'avait pas été spécifiée, ce qui, nécessairement, a dû entraîner un peu d'incertitude dans les calculs; d'autre part, dans les expériences actuelles, le gaz était beaucoup plus pur : essayé à la potasse dans le tube même où il avait été étudié, il n'a laissé qu'un résidu inférieur à $\frac{1}{4000}$, ce qui n'a pu que diminuer la valeur des constantes en question. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section de Médecine et de Chirurgie, en remplacement de feu M. *Richet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 62,

M. Guyon obtient	34 suffrages.
M. Lannelongue.	28 »

M. **Guyon**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Buffard** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, un nouvel appareil pour l'essai des alcools, auquel il donne le nom de « Microalcoomètre ».

L'appareil et la Note explicative qui l'accompagne sont renvoyés à l'examen de la Commission chargée de l'étude des questions qui se rapportent à l'alcool chimiquement pur.

M. **Augustin Coret** soumet au jugement de l'Académie un travail ayant pour titre : « Mémoire descriptif d'un instrument appelé *héliorascope*, pouvant indiquer l'heure vraie, l'heure moyenne et l'heure légale ».

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy.)

CORRESPONDANCE.

M. **Laussedat** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre laissée vacante par le décès de M. *Léon Lalanne*.

M. **de Romilly** adresse à l'Académie la même demande.

(Renvoi à la Commission.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Traité général de la Vigne et des Vins », par M. *Émile Viard*.
2° Un Ouvrage de M. *Biélawski* ayant pour titre : « Les tourbières et la tourbe ».

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse partielle de Lune du* 11-12 *mai* 1892; par MM. **Codde**, **Guérin**, **Nègre**, **Zielke**, **Valette** et **Léotard** (1).

« Cet intéressant phénomène céleste a été observable dans de bonnes conditions, aux heures annoncées : entrée de l'ombre $9^h 20^m$, milieu de l'éclipse $11^h 3^m$, sortie de l'ombre $0^h 46^m$.

» L'ombre entre sur le disque lunaire au sud de Grimaldi, répandant sur la Lune une teinte d'un gris bleu cendré qui ne tarde pas à se colorer en rougeâtre, surtout au bord de la Lune, qui reste bien visible.

» A $9^h 43^m$, Platon et Copernic entrent dans l'ombre, au milieu de laquelle brille encore Képler. Le bord de l'ombre restant bleuâtre, la partie éclipsée de la Lune est d'un jaune rougeâtre ou d'un rose ocreux; cette portion cachée du disque est claire et les principaux détails topographiques y sont bien visibles. Avec un plus fort grossissement, l'ombre paraît plus sombre et à peine rougeâtre.

» Vers $10^h 20^m$, l'ombre traverse Tycho. La teinte rougeâtre s'avance sur la Lune, venant du centre du cône d'ombre, et elle s'accentue de plus en plus. A $10^h 25^m$, une très belle étoile filante sillonne le ciel, de la Lune à α Serpent, soit sur un parcours d'environ 20°.

---

(1) Observatoire de la Société scientifique Flammarion de Marseille.

» A $10^h 50^m$, le bord de l'ombre forme au sud-est une large zone d'un gris bleu très clair, tandis qu'au nord-ouest, se déplaçant de l'ouest à l'est, s'étend une teinte orangée assez claire, puis plus rougeâtre.

» Le pourtour de la Lune est bien visible, tandis que la région centrale demeure plus foncée.

» C'est après le maximum que la Lune paraît le plus sombre, et elle reste moins claire pendant la phase de sortie que durant celle d'entrée.

» L'observation a été faite avec une lunette de 160^{mm}, ayant un grossissement égal à 30. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions fuchsiennes.* Note de M. L. **Schlesinger**, présentée par M. Poincaré.

« Dans un Mémoire inséré au tome 105 du *Journal de Crelle*, j'ai démontré, en suivant la voie ouverte par M. Poincaré dans son admirable Mémoire du tome IV des *Acta mathematica*, que les fonctions fuchsiennes symétriques de la deuxième famille peuvent être considérées comme les limites de certaines fonctions algébriques, correspondant à une série de sous-groupes du groupe desdites fonctions. Je me propose de généraliser ce mode de génération au cas des fonctions fuchsiennes du genre zéro, mais d'ailleurs quelconques, et je commence par considérer un groupe E de substitutions linéaires, composé de n substitutions fondamentales S_1, S_2, ..., S_n, entre lesquelles il n'existe point de relation. Il s'agit de former une série de sous-groupes du groupe E, devenant toujours plus étroits, de manière que la limite de ces sous-groupes soit la substitution identique. Soit donc E_1 le groupe composé des substitutions

$$S_k^3, \quad S_k S_\lambda S_k, \quad S_k S_\lambda^{-1} S_k; \qquad k, \lambda = 1, 2, \dots, n; \quad k \gtrless \lambda,$$

et désignons ces substitutions écrites dans l'ordre suivant

$$\dots, \quad S_k S_{k+1}^{-1} S_k, \quad \dots, \quad S_k S_1^{-1} S_k, \quad S_k S_1 S_k, \quad \dots, \quad S_k S_n S_k, \quad S_k S_n^{-1} S_k, \quad \dots. \quad S_k S_{k-1}^{-1} S_k, \quad \dots; \qquad k = 1, 2, 3, \dots,$$

par $S_1^{(1)}, \dots, S_{n_1}^{(1)}$, où $n_1 = n(2n-1)$.

» Soit

$$U = S_{k_1}^{\lambda_{k_1}} S_{k_2}^{\lambda_{k_2}} \dots S_{k_p}^{\lambda_{k_p}} \qquad (k_i \gtrless k_{i-1}, \ i = 2, 3, \dots, p)$$

une substitution quelconque du groupe E et posons

$$\text{ind}_0 \text{U} = \sum_{i=1}^{p} |\lambda_{k_i}|.$$

» Alors on démontre facilement, à l'aide de la méthode que j'ai indiquée dans mon Mémoire cité (p. 206), que

$$\text{U} = \text{U}^{(1)} \text{S}_k^{\pm 1},$$

où $\text{U}^{(1)}$ représente une substitution appartenant au groupe E_1, k un certain des nombres 0, 1, ..., n, ($\text{S}_0 = 1$), et que

$$\text{ind}_1 \text{U}^{(1)} < \text{ind}_0 \text{U},$$

si

$$\text{U}^{(1)} = \prod_{i=1, 2, \ldots, p_1} (\text{S}_{k_i}^{(1)})^{\lambda_{k_i}^{(1)}}, \quad k_i \gtrless k_{i-1},$$

et quand on pose

$$\text{ind}_1 \text{U}^{(1)} = \sum_{i=1}^{p_1} |\lambda_{k_i}^{(1)}|.$$

» On aura donc $\text{E} = \text{E}_1 \text{P}_1$, étant

$$\text{P}_1 = (1, \text{S}_1, \ldots, \text{S}_n, \text{S}_n^{-1}, \ldots, \text{S}_1^{-1}),$$

c'est-à-dire que E_1 est sous-groupe d'*indice fini* du groupe E. Formons maintenant un sous-groupe E_2 du groupe E_1 de la même manière dont ce dernier a été formé de E et continuons ce procédé jusqu'à parvenir à un groupe E_λ composé des substitutions

$$\text{S}_k^{(\lambda)}, \quad k = 1, \ldots, n_\lambda, \quad n_\lambda = n_{\lambda-1}(2n_{\lambda-1} - 1).$$

Alors

$$\text{E}_{\lambda-1} = \text{E}_\lambda \text{P}_\lambda,$$

où

$$\text{P}_\lambda = [1, \text{S}_1^{(\lambda-1)}, \ldots, \text{S}_{n_{\lambda-1}}^{(\lambda-1)}, (\text{S}_{n_{\lambda-1}}^{(\lambda-1)})^{-1}, \ldots, (\text{S}_1^{(\lambda-1)})^{-1}],$$

et

$$\text{E} = \text{E}_\lambda \text{P}_\lambda \text{P}_{\lambda-1} \ldots \text{P}_1;$$

donc chaque substitution U du groupe E pourra être mise sous la forme

$$\text{U} = \text{U}^{(\lambda)} \prod_{i=\lambda-1, \lambda-2, \ldots, 1, 0} (\text{S}_{k_i}^{(i)})^{\pm 1}, \qquad (\text{S}_0^{(i)} = i, \ \text{S}_k^{(0)} = \text{S}_k),$$

où l'on désigne par k_i un certain des nombres 0, 1, ..., n_i, par $U^{(\lambda)}$ une substitution du groupe E_λ.

» En introduisant le symbole $\operatorname{ind}_\lambda U^{(\lambda)}$ à l'instar des symboles $\operatorname{ind}_0 U$, $\operatorname{ind}_1 U^{(1)}$, on a d'ailleurs

$$\operatorname{ind}_\lambda U^{(\lambda)} < \operatorname{ind}_0 U - \lambda + 1;$$

on pourra donc, quel que soit l'indice $\operatorname{ind}_0 U$ d'une substitution U de E, assigner un nombre λ si grand, que U soit contenue parmi les substitutions de

$$Q_\lambda = P_\lambda P_{\lambda-1} \ldots P_1.$$

» Il s'ensuit que

$$\lim_{\lambda=\infty} Q_\lambda = E,$$

et par conséquent que pour chaque p entier positif

$$\lim_{\lambda=\infty} E_\lambda = \lim_{\lambda=\infty} E_{\lambda+p} = 1. »$$

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les relations qui existent entre les éléments infinitésimaux de deux surfaces polaires réciproques.* Note de M. **Alphonse Demoulin**, présentée par M. Darboux.

« 1. Soit (Σ) une surface quelconque et (σ) sa polaire réciproque par rapport à une sphère de rayon k. A tout point A, pris sur (Σ), correspond, sur (σ), un point a, pôle du plan tangent en A, par rapport à la sphère directrice. Appelons :

R_1, R_2 les rayons de courbure principaux de la surface (Σ) au point A;
r_1, r_2 les rayons de courbure principaux de la surface (σ) au point a;
φ l'angle des normales aux points A et a.

» Ces différentes quantités ont entre elles la relation

$$R_1 R_2 r_1 r_2 \cos^4\varphi = k^4.$$

Cette relation est la seule qui puisse exister entre R_1, R_2, r_1, r_2 et φ.

» 2. Soient :

(Γ) une courbe gauche et (γ) l'arête de rebroussement de la surface développable, polaire réciproque de la courbe (Γ);
A un point pris sur (Γ) et a le point qui lui correspond sur (γ);

T le rayon de torsion de (Γ) en A et t le rayon de torsion de (γ) en a;
φ l'angle des plans osculateurs aux points A et a.

On a

$$Tt\cos^2\varphi = k^2.$$

» 3. Conservons les notations du n° 1 et appelons (Δ) la droite d'intersection des plans tangents aux points A et a. Soit U l'angle que la droite (Δ) fait avec la tangente au point A à l'une des lignes de courbure de (Σ) passant par ce point : celle qui est relative à R_1, par exemple. Soit, de même, u l'angle de (Δ) et de la tangente, en a, à la ligne de courbure relative à r_1. On a

$$\frac{R_1 - R_2}{\sqrt{R_1 R_2}} \sin 2U = \frac{r_1 - r_2}{\sqrt{r_1 r_2}} \sin 2u.$$

» 4. Les formules suivantes permettent de déduire des éléments qui caractérisent la courbure de la surface (Σ), au point A, la somme des rayons de courbure principaux de la surface (σ), au point a, et la somme des inverses de ces rayons

$$r_1 + r_2 = \frac{k^2}{\cos^3\varphi}\left[\sin^2 U\left(\frac{1}{R_1} + \frac{\cos^2\varphi}{R_2}\right) + \cos^2 U\left(\frac{\cos^2\varphi}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)\right],$$

$$k^2\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) = \cos\varphi\left[\sin^2 U(R_1\cos^2\varphi + R_2) + \cos^2 U(R_1 + R_2\cos^2\varphi)\right].$$

» 5. En combinant ces formules avec un théorème de Liouville, concernant les surfaces algébriques, on obtient cette propriété :

» Soient, en l'un quelconque des points communs à une droite (D) et à une surface algébrique (Σ),

φ l'angle de (D) et de la normale à (Σ),
R_1, R_2 les rayons de courbure principaux,
U l'angle que la tangente à la ligne de courbure relative à R_1 fait avec la perpendiculaire au plan de (D) et de la normale.

» On a

$$\sum\left[\sin^2 U(R_1\cos^2\varphi + R_2) + \cos^2 U(R_1 + R_2\cos^2\varphi)\right]\cos\varphi = 0,$$

$$\sum\left[\sin^2 U\left(\frac{1}{R_1} + \frac{\cos^2\varphi}{R_2}\right) + \cos^2 U\left(\frac{\cos^2\varphi}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)\right]\frac{1}{\cos^3\varphi} = 0,$$

chacun des signes sommatoires s'étendant à tous les points en question.

» 6. Dans le cas des surfaces développables, ce théorème se simplifie beaucoup et peut être énoncé comme il suit :

» *En un des points communs à une sécante* (D) *et à une développable algébrique* (Σ), *soient* R *le rayon de courbure principal,* ϖ *et* φ *les angles que la droite* (D) *fait respectivement avec la génératrice et la normale. On a*

$$\sum \frac{\sin^2 \varpi}{R \cos^3 \varphi} = 0.$$

» 7. Le théorème précédent permet d'établir plusieurs propriétés infinitésimales des cubiques gauches et des biquadratiques gauches de première espèce. Parmi ces propriétés nous citerons la suivante :

» Soient A un point quelconque d'une cubique gauche; AT_a, ω_a, τ_a respectivement la tangente, le plan osculateur et le rayon de torsion en ce point. Employons des notations analogues pour un autre point B, pris sur la courbe. Cela posé, on a

$$\tau_a \frac{\sin^3(BA, \omega_a)}{\sin(\omega_a, BAT_a)} = \tau_b \frac{\sin^3(AB, \omega_b)}{\sin(\omega_b, ABT_b)},$$

(BA, ω_a) désignant l'angle que la droite BA fait avec le plan ω_a et (ω_a, BAT_a) l'angle des ω_a et BAT_a. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les transformations en Mécanique.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Communication antérieure (voir *Comptes rendus*, 11 avril 1892), je me suis occupé du problème suivant :

» *Étant donné un système d'équation de Lagrange*

$$\text{(A)} \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial \gamma_i} = Q_i(q_1, \ldots, q_k), \qquad q'_i = \frac{dq_i}{dt} \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

former tous les systèmes d'équations

$$\text{(B)} \quad \frac{d}{dt_i}\left(\frac{\partial T'}{\partial r'_i}\right) - \frac{\partial T'}{\partial r_i} = Q'_i(r_1, \ldots, r_k), \qquad r'_i = \frac{dr_i}{dt} \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

tels que les relations entre les r_i *définies par* (B) *se déduisent des relations entre les* q_i *définies par* (A) *par un changement de variables*

$$\text{(C)} \qquad q_i = \varphi_i(r_1, \ldots, r_k).$$

» Je me propose ici d'ajouter quelques remarques relatives à ce problème.

» Si T est quelconque, toutes les équations (B) se déduisent de (A) par la transformation (C) la plus générale, après qu'on a fait $t = t_1$ et remplacé T par CT, Q_i par αQ_i, ou encore T par $C(U + h)T$, U par $\frac{\alpha}{U + h}$ s'il y a une fonction de forces U. Quand il existe des systèmes (B), soit (B'), qui se déduisent de (A) par d'autres substitutions, il convient de distinguer deux cas : $\frac{dt}{dt_1}$ peut être une simple fonction des r_i, ou une fonction du second degré des r'_i. Pour qu'on passe de (A) à (B') par une transformation de l'une ou de l'autre espèce, il faut et il suffit que certains *invariants* de (A) et de (B) [relatifs à la substitution (C)] soient égaux : ces égalités, si la transformation est de seconde espèce, entraînent entre les invariants de (A) [par suite de (B)] certaines relations, d'où il résulte que le problème admet une intégrale du second degré différente de celle des forces vives; *a fortiori*, il existe entre les invariants de T des relations entraînant l'existence d'une intégrale du second degré pour le problème des géodésiques. Si la transformation est de première espèce, les égalités analogues se divisent en deux groupes : le premier porte sur les invariants de T et de T' et exprime que (B) est encore un système transformé de (A) quand on annule les Q_i, Q'_i; ces premières égalités entraînent entre les invariants de chacune des formes T et T' des relations suffisantes pour que le problème des géodésiques admette des intégrales du second degré; d'après un théorème de M. R. Liouville sur lequel nous reviendrons, ces intégrales forment en général un système complet. Le second groupe d'égalités détermine les Q'_i en fonction des Q_i.

» Quand on se donne les deux systèmes (A) et (B), les substitutions (C), qui, jointes au changement de variable $dt = \lambda\, dt_1$, transforment (A) en (B), s'obtiennent par de simples éliminations, à moins que les relations entre les r_i (par suite entre les q_i) n'admettent un groupe continu de transformations : auquel cas les φ_i et λ dépendent d'équations différentielles qui admettent le même groupe.

» Les groupes continus qui n'altèrent pas les relations qu'un système (A) définit entre les q_i se divisent en trois classes qu'on peut caractériser ainsi : 1° les transformations infinitésimales du groupe transformant T en $(1 + \varepsilon)T$, ε désignant une constante (on suppose que dans T on remplace q'_i par dq_i); 2° il existe une fonction de forces $U = \frac{1}{V}$, et les

transformations infinitésimales transforment à la fois

$$T = V\Theta \quad \text{en} \quad T' = (1+\varepsilon)(V+\eta)\Theta, \qquad \text{et} \qquad V \quad \text{en} \quad (1+\varepsilon')(V+\eta),$$

ε, ε', η désignant des constantes; 3° les transformations infinitésimales ne rentrent pas toutes dans les précédentes. Les groupes de la troisième classe peuvent admettre des sous-groupes de la première ou de la deuxième classe. Quand il existe un groupe de la troisième classe, il existe des équations (B′) correspondant à (A), et comme la correspondance entre (A) et (B′) est soit de la première, soit de la seconde espèce, les groupes de la troisième classe forment deux catégories; si le groupe est de la deuxième catégorie, les équations (A) admettent une intégrale du second degré distincte de celle des forces vives; s'il est de la première, le problème des géodésiques relatif à A admet un système d'intégrales du second degré.

» Ce qui précède montre l'importance des invariants de T et de T′; l'étude de ces invariants se rattache aux travaux de M. Beltrami ainsi qu'à ceux de M. R. Liouville sur les équations du deuxième ordre. Dans une Note récente (*Bulletin de la Société mathématique*, 15 mars), M. Appell annonce une théorie de ces invariants; cette Note renferme la démonstration d'un théorème énoncé précédemment par l'auteur : *Si, quels que soient les* Q_i, *on peut passer de* (A) *à un système* (B′) *par la transformation* $q_i = \varphi_i(\ldots r_i \ldots)$, $dt = \lambda(\ldots r_i \ldots)\, dt_2$, *les* Q'_i *s'annulent en même temps que les* Q_i. Nous avons rencontré ce théorème sous une forme un peu plus générale, comme réciproque d'une de nos propositions :

» Si la correspondance a lieu *pour un certain système de* Q_i, elle subsiste quand on annule les Q_i, Q'_i. Le théorème ainsi énoncé résulte d'ailleurs de la démonstration de M. Appell.

» Dans une Note du 25 avril dernier, M. R. Liouville est revenu sur le problème des géodésiques et a montré que, *les* Q_i, Q'_i *étant nuls*, s'il existe un système (B′), il en existe une infinité auxquels correspond, en général, un système complet d'intégrales du second degré. Mais il n'en faut pas conclure que ce remarquable théorème s'applique au cas où il y a des forces, *lors même que ces forces dérivent d'un potentiel* U : il peut exister des systèmes (B′) sans que (A) admette d'autre intégrale du second degré que celle des forces vives. Il est loisible, il est vrai, de substituer aux équations (A) les équations (α) du mouvement *sans forces* d'un système dont la demi-force vive $T = (U + h)T$. A quelles conditions ce système (α) admet-il, quel que soit h, des transformés tels que (B′), soit (β'), où les Q'_i sont nuls? Tel est le problème que résout M. Liouville. Ce problème

est essentiellement distinct de celui que nous traitons : quand les deux problèmes ont des solutions en même temps, ce qui n'a pas lieu en général, il n'y a aucun rapport entre les équations (B') et les équations (β') *qui dépendent de h* et ne dérivent jamais d'un système d'équations de Lagrange indépendant de *h* comme (α) dérive de (A). Notamment, ce théorème, qu'il ne saurait exister de système (B') sans que le problème des géodésiques relatif à T admette une intégrale du second degré, n'est une conséquence de la méthode de M. Liouville *que si les* Q_i, Q'_i *sont nuls*. En définitive, les résultats de M. Liouville ne sont à rapprocher des miens qu'en ce qui concerne le problème généralisé des géodésiques. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Échelle physiologique de l'acuité visuelle. Applications à la photométrie et à la photo-esthésiométrie*. Note de M. **W. Nicati**, présentée par M. A. Cornu.

« Ce que l'on appelle communément avec Snellen *acuité visuelle* (V) n'est en réalité que l'inverse de l'angle visuel limite, et point une quantité physiologique. L'acuité physiologique (VS), c'est-à-dire la sensation correspondante à tel ou tel degré de l'angle limite, doit obéir à la loi psychophysique : elle est fonction du logarithme de l'angle limite.

» A. *Échelle de l'acuité physiologique*. — Nous avons choisi pour points de repère de notre échelle : l'angle visuel 1′ pour VS = 1 et l'angle visuel = 10′ pour VS = 0,1.

» L'angle visuel de 1′ est la limite normale de la vue établie par les travaux déjà anciens des astronomes, c'est l'unité incontestée de l'acuité visuelle. Quant à l'angle de 10′ pour représenter VS = 0,1, il est commandé par la dimension même de la fossette rétinienne centrale, lieu de la vision distincte. En effet, les mesures d'acuité visuelle étant effectuées à l'aide de signes alphabétiques ou autres dont les traits égalent en épaisseur et en écartement le cinquième de la hauteur et de la largeur (l'épaisseur des traits et leur écartement mesurant l'angle limite), les lignes pour l'angle de 10′ recouvrent un champ de 50′ qui est celui de la fossette centrale; 10′ est donc bien le dernier terme d'une échelle graduée en dixièmes.

» Ces données ont servi à établir les deux progressions suivantes, exprimant l'une l'angle limite en progression géométrique, l'autre l'acuité physiologique correspondante en progression arithmétique, qui sont les élé-

ments de notre échelle :

V' angle limite...	1'	1',29	1',67	2',15	2',78	3',59	4',64	6'	7',74	10'
VS acuité........	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

» B. *Son emploi photométrique.* — VS représentant réellement une mesure de sensation doit, en vertu de la même loi de Fechner, être aussi en relation logarithmique avec l'intensité de l'éclairage.

» Appliquant à cette étude les principes photographiques de notre Note au dernier Congrès de l'Association pour l'avancement des Sciences et prenant pour unité le *photo*, c'est-à-dire « la lumière qui placée à 1^m du » test-objet donne strictement à la vision monoculaire d'un œil normal » l'angle visuel limite = 1' », nous avons trouvé effectivement [1] :

Distance de la source lumineuse.	1^m		2^m		4^m		8^m		16^m	
Densité exprimée en photos.....	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$	$\frac{1}{256}$	$\frac{1}{512}$
VS........................	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

d'où la conclusion : *l'acuité physiologique* VS étudiée par rapport à l'éclairage obéit à la loi de Fechner; elle *augmente et diminue suivant la progression arithmétique de raison* = 0,1 *alors que l'éclairage augmente ou diminue suivant la progression géométrique de raison* = 2.

» L'échelle qui mesure VS se trouve donc constituer aussi une échelle photométrique.

» Cette échelle pourrait être mise à profit par la photométrie usuelle, le photo équivalant très pratiquement à l'unité Carcel [l'étalon Carcel semble, en effet, n'avoir pas été choisi au hasard; il représente la bonne lampe à placer, au milieu de la table de famille, à 1^m environ de chacun des convives; il donne l'acuité visuelle entière dans ces conditions, non plus strictement mais largement, puisque la vision s'effectue avec les deux yeux et que voir avec les deux yeux équivaut à doubler l'éclairage [2]].

» Cette échelle permet en particulier de se rendre compte très rapidement de la distribution de l'éclairage dans les diverses parties d'une salle.

» L'usage photométrique de l'échelle exige comme opération préliminaire la correction de tous défauts de réfraction de l'œil observateur et le contrôle préalable de son acuité à l'aide de la lampe étalon. La netteté des

(1) Expériences faites au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Marseille avec l'obligeant concours de M. le professeur Macé de Lépinay.

(2) Congrès d'Ophtalmologie de 1885. Note de MM. Macé de Lépinay et Nicati.

impressions fournies par la même lampe doit servir de base et de point de comparaison.

» C. *Ses applications physiologiques.* — Appliquée en Physiologie, cette échelle permet d'abord une appréciation plus exacte de la fonction acuité visuelle.

» Elle est utilisable pratiquement dans l'estimation des pertes par accident : telle Compagnie d'assurance, qui doit par contrat une somme fixe pour la perte d'un œil, ne doit pas moitié de cette somme à l'œil dont l'angle limite est réduit à 2′ (acuité de Snellen $= \frac{1}{2}$), mais bien seulement les $\frac{3}{10}$ ou même un peu moins.

» Elle permet surtout d'apprécier la sensation lumineuse par une donnée nouvelle qui est la *lumière vue*. Soit en effet VS trouvé inférieur à 1 pour un éclairage = 1, l'œil étant du reste de structure optique parfaite : le chiffre correspondant qui mesure l'éclairage pour l'œil sain mesure ici la quantité de lumière parvenue à la perception, la *lumière vue* LV.

» Soit encore à apprécier la perceptibilité relative pour les couleurs. On procédera comme il suit : trois verres, un rouge, un vert jaunâtre et un bleu correspondant le plus possible aux couleurs fondamentales sont tarés d'après la quantité de lumière qu'ils laissent passer à l'éclairage diurne = 1 photo, soit par exemple $\frac{1}{4}$. Tout œil normal usant de ces verres verra LV $= \frac{1}{4}$. Si LV est trouvé inférieur, par exemple $\frac{1}{64}$, la perceptibilité pour la couleur peut être exprimée par le rapport entre ces deux fractions LVR (rouge), LVBl (bleu), LVJ (jaune) $= \frac{\frac{1}{64}}{\frac{1}{4}} = \frac{1}{16}$. (Il y a des raisons de croire que la couleur fondamentale médiane, vue isolément, est non pas verte, mais jaune, alors même qu'elle a son maximum dans la région verte du spectre, d'où l'expression (LVJ).

» La plus petite quantité de lumière perceptible, ou lumière limite *ll*, peut être appréciée par l'éloignement maximum auquel une lumière de 1 photo est encore reconnaissable. Cette distance étant inapplicable à nos laboratoires est remplacée par la disposition que voici : un tube de lunette de 1^{m} portant à ses deux extrémités un verre dépoli dont l'un, oculaire, de surface $= 1^{mmq}$ et l'autre, objectif, $= 1^{cmq}$ (la lunette peut être de moitié si la surface de l'objectif est réduite au quart). La limite de visibilité telle qu'elle nous est apparue est 1 photo placé à 1^{m}, soit : 1,6 trillionième de photo $\Big($objectif recevant d'après la formule $4\pi R^2$ de la surface des sphères $\frac{1}{125664}$ photo, oculaire recevant cent fois moins de cette dernière lumière $= \frac{1}{125\,664 \times 125\,664 \times 100} = \frac{1}{1,579 \times 10^{12}}\Big)$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode de séparation des xylènes.* Note de M. **J.-M. Crafts**, présentée par M. Friedel.

« Un échantillon de xylène, provenant de l'usine à gaz de Paris et bouillant vers 138°-140°, a donné les résultats suivants par un procédé de séparation, qu'on décrira plus loin.

	Analyses I. Pour 100.	Analyses II. Pour 100.
Hydrocarbure insoluble	2,0	2,0
Métaxylène	54,4	54,9
Paraxylène	»	11,3
Ortho- et paraxylène	»	18,4
Éthylbenzène	»	11,3
		97,9

» Ce Tableau représente, à 2 pour 100 près, les proportions de métaxylène et d'éthylbenzène contenues dans le produit brut.

» La quantité d'hydrocarbure saturé, insoluble dans l'acide sulfurique, est réduite à 0,8 pour 100 par un second traitement, et les 1,2 pour 100 que l'on dissout doivent être ajoutés au paraxylène et à l'éthylbenzène. Ces deux corps se dissolvent plus lentement que les autres dans l'acide sulfurique à 120°; mais l'affirmation des Traités de Chimie que le paraxylène est insoluble est une erreur.

» On verra plus loin qu'une partie du paraxylène échappe à la séparation. Elle est comptée comme orthoxylène dans le Tableau, et il faut la chercher par une oxydation des dérivés tétrabromés des deux xylènes. J'estime que la vraie composition de l'échantillon est :

Paraffine	0,8
Métaxylène	55 à 56
Paraxylène	21,5
Orthoxylène	9
Éthylbenzène	1,2

» La description qui suit fera voir pourquoi une analyse complète modifie les données du Tableau. Sur celui-ci est représentée la quantité de paraxylène que l'on peut séparer par une seule opération, dans un état de pureté tel qu'il fond entièrement au-dessus de 11°.

» On retire du xylène brut la totalité du métaxylène, et le produit est si pur qu'il cristallise à — 52°, comme j'ai pu le constater grâce à l'obligeant concours de MM. Benoît et Chappuis. Un second traitement donne

un produit fondant à -51° (thermomètre à hydrogène). M. Colson a donné les chiffres -53° à -54°.

» Il bout d'une manière constante à $0^\circ{,}1$ près. La détermination exacte par le thermomètre à hydrogène du point d'ébullition du xylène, sous différentes pressions, fait partie d'une série d'essais que je poursuis depuis quelque temps, dans le but de trouver une échelle de substances inaltérables et assez pures pour servir à contrôler les points fixes en Thermométrie.

» Pour faire la séparation des xylènes on verse une quantité pesée, de 10^{gr} à 20^{gr}, de xylène brut sur 2 parties et demie d'acide sulfurique concentré, renfermé dans un tube en verre de Bohême. On jauge la longueur en millimètres occupée par la couche de xylène, et après avoir scellé le tube on le chauffe à environ 120° pendant une heure en secouant vigoureusement.

» Un hydrocarbure saturé reste à la surface comme couche insoluble, mais, avant de la mesurer, on doit ajouter 3 ou 4 parties d'un mélange de parties égales d'acide chlorhydrique et d'eau, secouer et laisser reposer une heure afin de séparer une portion qui a été dissoute par l'acide sulfoné. On évite de laisser refroidir entièrement ce tube pour empêcher un dépôt de cristaux.

» On mesure et l'on sépare l'hydrocarbure sur un entonnoir à robinet, on remet la dissolution acide dans le tube, on scelle de nouveau et l'on chauffe à 122° pendant vingt heures. Par ce traitement, 97 pour 100 du métaxylène se séparent en une couche que l'on mesure. On contrôle la mesure par une pesée après avoir distillé le métaxylène avec de l'eau pour le débarrasser de quelques matières noires, opération qui entraîne une perte d'environ $0^{gr},2$.

» Les acides sulfonés des para et orthoxylènes et de l'éthylbenzène ne montrent que des traces de décomposition vers 122°. Ils se décomposent sans se fractionner nettement, lorsqu'on les chauffe plus haut, et il est avantageux de les regagner tous, en portant la dissolution, séparée du métaxylène, à 175° pendant vingt heures. Il est vrai que l'on peut continuer l'analyse sans cette opération, mais les produits sont moins purs dans ce cas. On dissout les trois hydrocarbures régénérés dans trois parties d'acide sulfurique, et l'on ajoute, à la dissolution refroidie, un volume d'acide chlorhydrique concentré. Quand le métaxylène a été séparé, seul l'acide sulfoné du paraxylène se précipite en belles lamelles minces qui se laissent très facilement laver par l'acide chlorhydrique concentré sur un filtre en amiante, jusqu'au point où le chlorure de baryum ne donne plus de réaction de l'acide sulfurique. On n'a qu'à exposer les cristaux à

l'air jusqu'à poids constant pour estimer la proportion de paraxylène. Les cristaux fondent nettement à 88°. Ils ont la composition

$$(C^8H^9SO^3H)^2 + 3H^2O,$$

ce qui correspond avec 49,77 pour 100 de paraxylène. Ils sont presque insolubles dans l'acide chlorhydrique, mais ils se dissolvent en partie dans les acides sulfonés, et c'est pour cette raison qu'une partie du paraxylène reste mélangée avec l'orthoxylène. Restent à séparer l'orthoxylène et l'éthylbenzène. Le seul procédé qui convienne à une analyse exacte a été donné par M. Friedel et moi (¹).

» Les xylènes traités à froid par vingt fois leur poids de brome, additionné d'iode, donnent un tétrabromure presque insoluble dans l'éther de pétrole, tandis que l'éthylbenzène donne des corps moins bromés et très solubles.

» Les premières opérations de cette méthode de séparation offrent un excellent moyen de préparer le méta- et le paraxylène purs, et il est évident que le problème de préparer l'orthoxylène et l'éthylbenzène par cristallisation des sels de leurs acides sulfonés, est bien simplifié quand tout le métaxylène et une grande partie du paraxylène ont été enlevés du produit brut.

» Pour des opérations en grand, il est préférable d'opérer en vase ouvert, en décomposant l'acide sulfoné du métaxylène par la vapeur d'eau à 122°, et, après avoir répété l'opération deux fois, on obtient un corps très pur. Le produit même d'une première décomposition cristallise à — 52° au lieu de — 51°. On sacrifie environ un dixième du métaxylène dans chaque traitement, et environ un quart des corps qui doivent être chauffés avec la vapeur d'eau à 160°-170° pour les décomposer.

» L'acide sulfoné du benzène ne donne pas de benzène en chauffant sa dissolution dans l'acide sulfurique avec la vapeur d'eau.

» On peut préparer du toluène très pur en chauffant sa dissolution sulfurique avec la vapeur d'eau à 160°. Ce toluène ne cristallise pas à — 95°.

» Les résultats que l'on peut obtenir en appliquant ces méthodes de séparation par décompositions fractionnées à températures fixes, et par précipitations par l'acide chlorhydrique concentré, au cas très compliqué des homologues supérieurs des xylènes et à quelques produits de substitution formeront le sujet d'une Communication ultérieure que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie. L'influence de la masse d'acide sul-

---

(¹) *Dictionnaire de Wurtz. Suppl.*, p. 1655. M. Nölting s'est servi récemment de ce procédé pour déceler la présence de l'éthylbenzène dans les xylènes.

furique ou d'acide chlorhydrique sur la rapidité de décomposition des acides sulfonés présente des phénomènes intéressants dont la description ne peut trouver sa place que dans un Mémoire plus étendu. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Détermination mécanique des points d'ébullition des composés à substitution terminale simple.* Note de M. G. **Hinrichs.**

« Le remplacement de l'atome terminal d'hydrogène par un atome unique et élémentaire est le cas le plus simple; il comprend les chlorides, les bromides et les iodides des alkyles.

» Soit X l'atome substitué au premier atome d'hydrogène terminal, dont l'abscisse est $X = \frac{1}{2}$ (voir la Note précédente pour la notation usitée). La masse de l'atome du composé substitué sera

$$M' = M + X - H = M + u, \tag{87}$$

$$u = X - H = X - 1. \tag{88}$$

» Mécaniquement, le composé nouveau est la paraffine augmentée de la masse u dans le lieu du premier hydrogène. Pour l'axe naturel de la paraffine, cela fait $u(\xi - \frac{1}{2})^2$ de plus pour le moment d'inertie. Mais le centre de gravité s'est déplacé de δ par la substitution, ce qui fait $- M'\delta^2$ en moment d'inertie. Pour l'atome substitué nous aurons donc le moment d'inertie maximum pour l'axe naturel

$$I_X = I_p + u(\xi - \tfrac{1}{2})^2 - M'\delta^2, \tag{89}$$

I_p étant le moment d'inertie de l'atome de paraffine, déterminé par (80). L'abscisse ξ' du centre de gravité du nouveau composé est donnée par l'équation du moment statique

$$M'\xi' = M\xi + \frac{u}{2} \tag{90}$$

la valeur de ξ étant connue (77). Le déplacement du centre de gravité sera donc

$$\delta = \xi - \xi' = \frac{n}{2}\,\frac{u}{M + u}. \tag{91}$$

» Par les formules (90) et (91), l'équation (89) devient

$$I_X = I_p + \mu\left(\frac{n}{2}\right)^2, \tag{92}$$

$$\mu = \frac{Mu}{M+u}. \tag{93}$$

» Le moment d'inertie maximum de la paraffine modifiée par substitution terminale simple s'est donc accru de

$$\Delta I = \mu\left(\frac{n}{2}\right)^2. \tag{94}$$

» Transformons (92) comme nous l'avons fait au cas de (80), et nous aurons

$$I_X = \frac{7}{6}n^3(1+\varepsilon'), \tag{95}$$

$$\varepsilon' = \frac{3}{7n}\left(1+\frac{\mu}{2}\right). \tag{96}$$

» De même nous obtiendrons la logarithmique correspondant à (83)

$$\log I_X = 0{,}067 + 3\log n + \frac{0{,}186}{n}\left(1+\frac{\mu}{2}\right). \tag{97}$$

» Toutes ces formules sont limitées comme (81) et (83); mais évidemment l'expression de la différence suivante est exacte pour toute valeur de n

$$\Delta(\log I) = \frac{0{,}093}{n}\mu. \tag{98}$$

» D'après la formule limitée (65) (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 799; 1891), on a, t étant la température d'ébullition,

$$\Delta t = K\,\Delta(\log I), \tag{99}$$

ou, si l'on pose $0{,}093\,K = k$, on obtient finalement

$$\Delta t = k\,\frac{\mu}{n}. \tag{100}$$

» Par la substitution terminale simple de l'atome unique X, la température d'ébullition s'accroît donc de la quantité Δt, qui est directement proportionnelle au facteur μ des masses (93) et inversement proportionnelle au nombre n d'atomes de carbone dans la paraffine substituée.

» Le facteur des masses étant fonction de n (75), sa limite est égale

à u; donc (100) devient

(101) $$\lim \Delta t = k \frac{u}{n}.$$

Donc les isobares des points d'ébullition des composés dérivés s'approcheront de la limite logarithmique des paraffines, restant à des distances finales proportionnelles au poids atomique u.

» Telle est la solution générale et mécanique du problème des substitutions terminales simples. La Chimie n'offre jusqu'ici que les substitutions des éléments chloroïdes (Cl, Br, Io) de ce genre. On n'a encore étudié que les premiers membres de ces séries; il est de la dernière importance de compléter cette série jusqu'à sa limite supérieure.

» Le tracé général des isobares de la figure (même Tome, p. 599) s'accorde assez bien avec les résultats (100) et (101). Mais l'importance de la question nous fait désirer une confirmation plus minutieuse.

» Dans ce but, nous avons les déterminations des températures d'ébullition représentées dans la Table, même Tome, p. 600. Pour $n < 4$, les déterminations des paraffines nous manquent, et pour ces composés et pour les chlorides la formule (99) n'est pas rigoureuse. Restent les bromides et les iodides pour $n = 4$, 5 et 6.

» Tout calcul fait, d'après (99) et (98), on trouve pour les iodides $K = 139$, 139 et 137, ou des valeurs presque identiques; ces valeurs correspondent à $k = 12°,93$ dans (100). De même, nous trouvons $K = 128$ et 130 pour les bromides, correspondant à $k = 12°,00$ dans (100). Cette formule est donc très bien confirmée par les déterminations.

» La différence entre les valeurs de K pour l'iode et le brome montre que les atomes de ces deux éléments ne sont point sphériques. Mes formules plus générales permettent la détermination de la longueur de ces atomes et donnent des résultats qui sont d'accord avec mes déterminations obtenues par des méthodes différentes; nous reviendrons sur ce sujet intéressant.

» Avec les valeurs de la constante k, la formule (100) nous permet de calculer les Δt, que nous comparons aux valeurs observées, adoptant pour les paraffines $n = 4$, 5 et 6 les températures d'ébullition 1°, 38° et 71° (voir p. 600). Voici les résultats :

	Iodides.			Bromides.		
n.	4.	5.	6.	4.	5.	6.
μ..........	39,7	45,8	51,0	33,4	37,7	41,2
Δt calculé....	128,3	118,4	109,9	100,1	90,5	82,4
Δt observé ...	129	117,5	109	99	91	?

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode d'analyse immédiate des extraits chlorophylliens. Nature de la chlorophyllane.* Note de M. A. Étard, présentée par M. Henri Moissan.

« I. Les recherches faites jusqu'à présent sur les plantes vertes ont eu constamment pour objet d'en extraire une substance déterminée, le plus souvent un alcaloïde, et cela au prix de la perte des autres matières. Tout étant subordonné à ce but, aucun procédé de séparation méthodique n'a été institué qui permette d'isoler les principes immédiats en nombre infini que les végétaux élaborent. Je me suis proposé de séparer ces principes immédiats, quels qu'ils soient, qui accompagnent les pigments verts, exactement comme on isole les éléments des minéraux, au moyen d'une marche analytique simple. Dans cette analyse spéciale, on est conduit à traiter les corps complexes de la Chimie biologique aisément altérables par les réactifs et supportant seulement l'action de quelques dissolvants neutres.

» II. Les plantes vertes, séchées à la température ordinaire et grossièrement pulvérisées, doivent être complètement épuisées à froid par le sulfure de carbone. Il convient d'agir sur 4^{kg} au moins de matière sèche. Après distillation du dissolvant, il reste un extrait de consistance cireuse comme résidu de ce premier traitement.

» L'alcool et l'éther ont la propriété de dissoudre une multitude de corps appartenant à toutes les fonctions chimiques; ils ne provoquent ainsi aucune distinction, aucun classement de fonctions. Leur emploi, à peu près exclusif jusqu'à présent, n'a pas permis d'effectuer des séparations.

» Avant de faire une teinture alcoolique de plantes, il est indispensable de les épuiser, ainsi qu'il vient d'être dit, par le sulfure de carbone, capable de dissoudre seulement une catégorie limitée de substances qu'on retrouverait dans l'extrait alcoolique en négligeant cette lixiviation préalable. En effet, les extraits alcooliques préparés directement sont tellement complexes que leur analyse peut être regardée comme impossible.

» Les alcoolats préparés à chaud sur des matériaux lessivés au sulfure carbonique laissent, par distillation dans le vide, une masse ayant la consistance du miel.

» En ces matières, on ne peut avoir la prétention de formuler une méthode d'analyse délicate; mais, en l'absence de toute marche systématique, je me propose d'indiquer un procédé de séparation par groupes

d'une grande simplicité. L'expérience montre que ces groupes sont toujours les mêmes et qu'ils peuvent, par l'action des dissolvants, conduire à des substances chimiques nettement caractérisées. Il sera possible par ce moyen de définir et de comparer les matériaux que la vie met en œuvre dans les diverses espèces à tous les stades de leur évolution.

» Extraits sulfocarboniques. — *Groupe I.* — Cet extrait solide, malaxé avec de l'alcool froid jusqu'à ce que le dissolvant sorte sensiblement incolore, laisse une masse verdâtre qui, par des cristallisations à la benzine, puis à l'éther acétique en présence de noir animal, donne toujours des matières parfaitement blanches, souvent bien cristallisées. Ces matières du groupe I appartiennent aux séries chimiques suivantes : *carbures* solides, *alcools*, *glycols*, *glycérines* élevées.

» *Groupe II.* — Les eaux mères alcooliques ci-dessus sont distillées dans le vide; le résidu repris par de la potasse à 2 pour 100 et un excès d'éther, on voit passer dans ce dernier des *alcaloïdes*, des *alcools*, des *glycols* et des *chlorophylles*.

» *Groupe III.* — Les solutions alcalines précédentes, acidulées en présence d'éther, cèdent à celui-ci des acides gras saturés, tels que le palmitique et des acides désaturés à divers degrés, parmi lesquels l'acide oléique.

» Extraits alcooliques. — *Groupe IV.* — L'extrait alcoolique préparé à chaud, puis amené à l'état solide, est malaxé à épuisement avec de l'alcool froid, en présence de son volume au moins de verre pilé. Il reste ainsi un résidu solide que l'on continuera à triturer avec de l'éther. Le groupe IV, que l'éther laisse comme résidu, contient des matières extractives dépourvues de chlorophylle, d'une saveur tannique et généralement brunes.

» *Groupe V.* — L'extrait éthéré de l'action qui précède donne à l'évaporation des matières chlorophylliennes susceptibles de séparation et de purification.

» *Groupe VI.* — Les solutions alcooliques issues du groupe IV, distillées dans le vide, conduisent à un résidu qui, repris par l'éther froid, lui cède une grande quantité de chlorophylle très verte.

» Ce groupe VI est spécialement celui des chlorophylles qui se trouvent là, méthodiquement purifiées d'une quantité de substances douées de propriétés analogues.

» *Groupe VII.* — Le résidu insoluble dans l'éther, et provenant du groupe précédent, contient constamment des matières extractives à peu

près incolores, s'étirant en fibres nacrées, soyeuses, solubles dans l'eau et l'alcool. Ce sont là des matières azotées qui seront ultérieurement décrites. Alors même que ces produits et ceux du groupe IV n'auraient pas d'intérêt spécial, il serait toujours utile de savoir les enlever aux chlorophylles.

» III. Pringsheim, par l'action de réactifs, a vu se former dans les cellules, sous le microscope, des groupements cristallins qu'il regardait comme formés d'une matière particulière : l'hypochlorine.

» Plus tard, Hope Seyler extrayait assez facilement de divers végétaux un principe vert, cristallin qu'il nomma *chlorophyllane*. Tchirsch a établi par de bons arguments l'identité de l'hypochlorine et de la chlorophyllane. Ce dernier auteur se pose d'ailleurs la question de savoir si la chlorophyllane est bien une espèce chimique définie. Il croit pouvoir conclure affirmativement et attribuer à la chlorophylle la propriété de se transformer en chlorophyllane par oxydation et par les acides végétaux. Mais il reconnaît que cette dernière ne donne le plus souvent que des groupements ou des fibres cristalloïdes, dont l'aspect n'est pas constant. Pour cette matière assez hypothétique, on ne donne ni point de fusion, ni caractères précis : seul son spectre serait distinctif. Mais cette détermination d'un spectre à *bandes nébuleuses,* variant d'étendue avec la concentration, est sans valeur, étant faite sur un produit non séparé d'autres pigments et de concentration inconnue.

» Dans des recherches portant actuellement sur vingt espèces botaniques les plus diverses, j'ai vu souvent des substances vertes cristallines possédant toutes les propriétés assignées à la chlorophyllane se dissolvant en vert, notamment dans l'acide acétique, et recristallisant avec les mêmes apparences. Mais, toujours, j'ai pu décolorer ces substances par le noir animal; elles ne conservaient alors que leur aspect cristallin et leur solubilité primitive. Ces matières ont été décrites dans de précédentes Communications; ce sont, selon les plantes, des carbures ou des alcools solides. A l'état impur, ces corps, assez solidement teints dans leur masse entière par des pigments verts, simulent une espèce chimique et constituent, à n'en pas douter, la chlorophyllane. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Influence de la nature du terrain sur la végétation.* Note de M. J. RAULIN, présentée par M. Duclaux.

« Le 15 avril 1891, on a planté des pommes de terre (Early rose) dans cinq carrés de terre de 1 are chacun, ayant la composition suivante :

A........	Mélange des quatre terres à volumes égaux	
B........	Terre de tourbe à 64 d'humus pour 100 de terre sèche	
C........	Terre calcaire à 73 de calcaire	»
D........	Terre argileuse à 47 d'argile	»
E........	Terre siliceuse à 75 de sable	»

» On a semé sur la moitié de chaque carré l'engrais suivant :

	Par are.
	kg
Phosphate précipité, acide phosphorique	0,80
Sulfate d'ammoniaque, azote	0,70
Sulfate de potasse, potasse	0,80
Plâtre	1,00

» Les pommes de terre ont été récoltées en septembre.

» Les poids des tubercules obtenus sont les suivants :

	Avec engrais.		Sans engrais.	
		Par are.		Par are.
	kg	kg	kg	kg
A...........	101,70	203,40	74,00	148,00
B...........	73,05	146,10	28,95	57,90
C...........	62,95	125,90	36,30	72,60
D...........	36,55	73,10	12,50	25,00
E...........	21,75	43,50	5,30	10,60

» L'ordre décroissant des poids de récoltes, sauf pour la tourbe et le calcaire, est le même avec ou sans engrais, et il est aussi le même qu'en 1890 pour les betteraves et le maïs.

» Ces nombres indiquent bien la supériorité d'une terre dans laquelle les quatre éléments existent en proportions convenables, et aussi l'influence de tel ou tel élément quand il prédomine à l'excès; mais ils ne suffisent pas pour déterminer l'influence exacte des proportions des divers éléments d'un mélange, ni pour déterminer les proportions des quatre éléments les plus favorables à la culture de la pomme de terre, ce qui est notre but essentiel.

» Pour nous éclairer sur cette question, nous avons fait faire douze cuves en béton de chaux hydraulique, de $1^m,40$ de côté et $1^m,05$ de profondeur, avec écoulement pour les eaux; nous avons mis des cailloux et

du gravier au fond sur une hauteur de 10^{cm}, et nous les avons remplies de mélanges différents des quatre terres précédentes.

» Voici quelle était à peu près la composition de ces mélanges :

	Argile.	Humus.	Sable.	Calcaire.
	kg	kg	kg	kg
a (1)	61,62	13,39	181,32	100,81
b	8,00	»	»	»
c............	23,11	»	»	»
d	123,24	»	»	»
e............	61,62	6,74	»	»
f............	»	40,17	»	»
g	»	107,12	»	»
h	»	13,39	135,81	»
i	»	»	362,16	»
j............	»	»	181,32	39,77
k	»	»	»	201,60
l............	»	»	»	300,00

» Le 14 juin, on a semé des engrais chimiques en proportions doubles de celles de la première expérience; on a planté neuf pommes de terre (Early rose) dans chaque cuve, et l'on a récolté le 5 octobre.

» Voici le poids des récoltes :

		Par are.			Par are.
	kg	kg		kg	kg
a	4,985	249	g...........	5,960	298
b	5,450	272	h	4,455	223
c............	5,200	260	i............	5,490	274
d	4,490	225	j............	5,205	260
e............	4,725	236	k...........	4,575	228
f............	5,300	265	l............	4,312	215

» Il est à remarquer que ces nombres sont bien plus rapprochés que ceux de la première expérience : or, ces douze mélanges contiennent des proportions notables des quatre éléments : *sable, argile, humus, calcaire,* tandis que certaines terres de la première expérience manquent presque complètement de certains d'entre eux :

» D et E n'ont que des traces d'humus; B n'a presque pas d'argile.

» En résumé, la récolte diminue sensiblement à mesure que l'argile et le calcaire augmentent : elle augmente avec les proportions de sable et d'humus. Le mélange type *a*, pour donner le maximum de récolte, devrait donc être enrichi en sable et en humus, les proportions d'argile et de calcaire devraient y être diminuées.

---

(1) *a* était le mélange A des expériences précédentes et contenait les proportions indiquées d'argile, d'humus, de sable et de calcaire.

» En d'autres termes, le mélange qui se rapprocherait le plus de la fertilité maxima contiendrait :

N° 1.	Argile...	8,00 kg	pour des poids des autres éléments égaux à ceux du mélange type *a*.
	Humus..	107,12	»
	Sable...	362,16	»
	Calcaire.	39,77	»

» Si l'on calcule les éléments de 100 parties de terre satisfaisant à cette condition, que le rapport du poids de l'un des éléments à la somme des autres soit égal au rapport du poids de cet élément dans le Tableau n° 1 à la somme des autres dans le mélange type *a*, on arrive à la composition suivante :

N° 2.	Argile..................	2,64 kg	100,00.
	Humus..................	23,30	
	Sable..................	67,20	
	Calcaire..................	6,86	

» J'ai à peine besoin de dire que ces quelques résultats ne sont guère cités ici que comme spécimen d'un travail plus étendu qui exigera plusieurs années. Voici, en effet, les desiderata de cette expérience :

» Les pommes de terre ayant été atteintes de la maladie, les résultats ne sont pas absolument comparables.

» Les diverses terres sont naturellement pourvues de matières fertilisantes : potasse, acide phosphorique, azote assimilable, en proportions différentes, en sorte qu'il n'y a pas identité sous le rapport de l'engrais.

» Les variations de poids des divers éléments ne sont pas aussi étendues que je l'aurais voulu, étant limité par la composition même des terres employées.

» Enfin, pour admettre que le Tableau n° 2 représente le meilleur terrain pour la culture des pommes de terre, je suppose que la quantité d'argile, par exemple, la plus favorable au point de vue de la fertilité, pour des poids déterminés d'humus, de calcaire et de sable, est encore la meilleure, lorsque, la somme des trois éléments restant constante, le poids de chacun d'eux varie, ce qui n'est peut-être pas rigoureusement exact.

» Le problème à résoudre a une étendue considérable; il peut se poser en ces termes :

» *Trouver la composition physique que doit réaliser un terrain absolument stérile pour donner, avec une quantité donnée d'engrais chimique, le maximum de récolte d'une espèce déterminée.*

» Pour arriver à obtenir les principaux éléments de ce problème, il faut

faire de nouveaux mélanges, avec des variations plus étendues que les précédentes, à l'aide des éléments des terres précédentes séparés par analyse.

» Il faut épuiser autant que possible, par plusieurs récoltes, les terres sans engrais, afin de mesurer la part de l'engrais naturel de chaque terre dans la récolte ; il faut enfin vérifier les résultats obtenus, en tenant compte de l'observation faite plus haut, sur la valeur du Tableau n° 2.

» C'est dans cet ordre d'idées que nous nous proposons de poursuivre les essais qui précèdent. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Présence de la fumarine dans une Papavéracée*. Note de M. **J.-A. Battandier**, présentée par M. Chatin.

« Étudiant depuis quelque temps le meilleur mode d'extraction des sels de glaucine au moyen des feuilles du *Glaucium luteum* L., j'ai eu l'idée de chercher si le *Glaucium corniculatum* L. contenait ce même alcaloïde. Ce n'est pas sans étonnement qu'au lieu de glaucine j'y ai trouvé de la fumarine. La plante essayée était le *Gl. corniculatum* var. *phœniceum* à fleurs ponceau, tachées de noir à la base et imitant tout à fait le *Papaver Rhœas*. La fumarine a été caractérisée : 1° par la belle coloration violette qu'elle donne à froid avec l'acide sulfurique monohydraté, coloration que les oxydants font passer au brun, la chaleur au gris verdâtre et que l'eau détruit; 2° par son chloroplatinate cristallisé en beaux octaèdres et enfin par la manière dont elle se comporte avec les dissolvants. Ces divers caractères me sont familiers, m'occupant depuis longtemps déjà de la recherche de la fumarine dans les diverses plantes de la famille des *Fumariacées*.

» L'existence de la fumarine dans une Papavéracée m'a paru intéressante à signaler, car de tous les principes immédiats, les alcaloïdes sont certainement les mieux spécialisés. Si l'on en excepte la berbérine, aucun alcaloïde bien caractérisé n'a été trouvé dans deux familles différentes.

» La caféine, qui est ubiquiste, est un amidé et non un alcaloïde. L'hyoscyamine se trouve dans le *Duboisia myoporoides*, mais cette plante peut rentrer dans les *Solanées*. On a bien souvent dit que la corydaline se trouvait dans les bulbes des *Corydalis* et dans l'*Aristolochia cava*, mais c'est là une simple erreur de synonymie qui remonte à l'*Historia stirpium* de Fuchs, où le *Corydalis cava* est nommé *Aristolochia*.

» D'autre part, aucun caractère sérieux ne sépare plus les *Papavéracées* des *Fumariacées*, depuis la découverte des laticifères dans cette dernière famille. La présence de la fumarine chez une Papavéracée est donc un argument de plus pour leur réunion.

» Les alcaloïdes de divers *Hypecoum*, du *Bocconia frutescens*, de l'*Eschscholtzia californica* donnent avec l'acide sulfurique une réaction fort semblable à celle de la fumarine, mais je n'ai point réussi à faire cristalliser leurs chloroplatinates.

» La fumarine semble exister dans les parties vertes de toutes les Fumariacées que j'ai pu me procurer, appartenant aux genres ou sous-genres *Fumaria*, *Petrocapnos*, *Platycapnos*, *Sarcocapnos*, *Ceratocapnos*, *Corydalis*, *Diclytra*. Je n'ai pu, le plus souvent, faute de matériaux, que constater la réaction par l'acide sulfurique; mais j'ai retiré cet alcaloïde pur et cristallisé de divers *Fumaria* et du *Diclytra formosa*. »

ANATOMIE. — *Sur quelques anomalies musculaires chez l'homme.* Note de M. **Fernand Delisle**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Le 8 avril dernier mourait à l'hôpital Beaujon le nommé Couani, âgé de 25 ans, l'un des individus de la bande d'Indiens de l'Amérique du Sud exhibée au Jardin d'acclimatation sous le nom de *Caraïbes*. Il appartenait à la tribu des Arrawaks ou Arrouages, qui habite la rive gauche du Maroni, territoire de la Guyane hollandaise.

» Grâce à l'obligeance de M. Geoffroy Saint-Hilaire, directeur du Jardin d'acclimatation, ce sujet put être transporté au Laboratoire d'Anthropologie du Muséum. M. le professeur Hamy a bien voulu nous charger de le disséquer.

» Ce sujet était très vigoureux, très bien musclé, et la rapide maladie qui l'a emporté ne l'avait pas encore amaigri. Le premier fait qui nous a frappé est la coloration du tissu musculaire, beaucoup plus foncée que chez le blanc. Les muscles sont d'un rouge foncé tirant sur le violet. Le tissu adipeux, très abondant, est d'un jaune intense.

» La dissection nous a permis de reconnaître l'existence de quelques anomalies musculaires, sur le membre supérieur au biceps brachial et à l'extenseur commun des doigts, sur le membre inférieur au muscle couturier et à l'extenseur propre du gros orteil.

» *Biceps brachial.* — Rien de particulier quant aux insertions, mais, si l'on examine la portion musculaire, on voit que les deux faisceaux qui la composent sont réunis par un tissu cellulaire très lâche et qu'ils sont entièrement séparés jusqu'à 2^{cm} du point où le tendon inférieur émerge de la masse musculaire (1).

(1) L. Testut, *Les anomalies musculaires chez l'homme*, p. 371-372. Paris; 1884.

» *Extenseur commun des doigts.* — Les tendons de ce muscle présentent la disposition suivante : après s'être dégagés de la masse musculaire, le tendon destiné au petit doigt arrivé à 4^{cm} au-dessus de l'articulation métacarpo-phalangienne correspondante s'élargit, s'aplatit; les fibres se divisent pour se porter : les externes directement sur la première phalange où elles constituent le tendon extenseur du cinquième doigt, et vont s'accoler à celles de l'extenseur propre du petit doigt sur le milieu de la phalange; les internes sur le côté externe de la tête de la première phalange de l'annulaire où elles viennent se fusionner avec celles du tendon spécial à ce doigt. En examinant le tendon de l'annulaire, nous avons reconnu qu'il se décomposait en trois cordons tendineux enfermés dans une gaine commune et que chacun d'eux avait en outre une gaine spéciale. Ayant poussé la dissection jusqu'à la portion musculaire, nous avons reconnu qu'à chaque tendon correspondait un faisceau musculaire d'origine très facile à isoler les uns des autres sur une assez grande longueur. Ces trois faisceaux tendineux sont de volume différent : l'externe est de moitié plus faible que chacun des deux autres, qui sont à peu près d'égal volume. Du faisceau moyen et de sa face profonde se détache un mince filet tendineux qui se porte sur le faisceau interne de l'annulaire. Du bord interne du dernier faisceau de l'annulaire se détache une expansion tendineuse large, aplatie, de forme trapézoïde, qui se porte obliquement sur le bord externe du tendon du médius; elle adhère au tendon de l'annulaire sur une étendue de 10^{mm}, et n'a plus que 4^{mm} quand elle rejoint le tendon du médius, au niveau de l'extrémité antérieure du troisième métacarpien, au point où le tendon coulisse sur l'articulation (1).

» Le tendon du médius est divisé sur une longueur de 3^{cm} dans sa portion carpienne inférieure.

» *Muscle couturier.* — Insertion supérieure normale. Du tendon d'insertion inférieure et par son bord antérieur se détache une lame de fibres tendineuses se dirigeant en avant pour se porter obliquement de haut en bas sur le tibia et le ligament rotulien.

» *Extenseur propre du gros orteil.* — Du faisceau musculaire, divisé inférieurement en deux chefs, partent deux tendons très distincts, à partir du cou-de-pied et de grosseur différente; l'interne, grêle, va se fixer à la partie postéro-interne de la première phalange du gros orteil; l'ex-

---

(1) Une disposition analogue, quoique moins compliquée, a été signalée sur un nègre par M. Chudzinski [*Nouvelles observations sur le système musculaire du nègre* (*Revue d'Anthropologie*, t. III, p. 21 et 1; 1874)].

terne, volumineux, va s'insérer à l'extrémité de la deuxième phalange (1).

» Les anomalies musculaires ne sont pas spéciales à l'une quelconque des variétés de l'espèce humaine; on les rencontre aussi bien chez le blanc que dans les races colorées, et parmi celles-ci, c'est chez les nègres qu'elles ont été le plus recherchées.

» Il faut les considérer comme des variations dans la morphologie des muscles et à ce titre elles ont depuis longtemps déjà attiré l'attention des anatomistes. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'origine vraisemblablement tératologique de deux espèces de Triclades.* Note de M. **P. Hallez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« M. C. Dareste, le premier, je crois, a émis cette idée que la tératogénie a dû et peut encore jouer un rôle dans la formation de nouvelles races et espèces, que les conditions spéciales qui sont la cause de telle monstruosité peuvent, à un moment et en un lieu donnés, agir sur un nombre suffisant d'individus de la même espèce, en voie de développement, pour que ces individus, devenus adultes, puissent devenir le point de départ d'un organisme nouveau, caractérisé par la particularité tératologique apparue brusquement chez ses parents.

» Il y a là une idée juste à laquelle, si je ne me trompe, on n'a pas accordé toute l'attention qu'elle mérite.

» Je me propose, dans cette Note, de montrer que deux espèces de Triclades ont, selon toute apparence, une origine tératologique.

» Dans le cours de mes recherches sur l'embryologie de ces animaux, j'ai eu occasion d'observer quelques monstruosités. Je ne m'occuperai ici que de deux cas : 1° l'anastomose ou la fusion partielle des deux branches récurrentes de l'appareil intestinal; 2° la multiplicité des pharynx.

» I. *Anastomose ou fusion partielle des deux branches récurrentes de l'appareil intestinal.* — Ces cas sont fréquents dans le genre *Dendrocœlum;* je les ai constatés chez *Dendr. lacteum* et *punctatum*. Tantôt les deux branches récurrentes qui, dans ce genre, sont fort rapprochées l'une de l'autre en arrière des organes génitaux, sont réunies simplement par une ou deux anastomoses transverses, les deux branches restant distinctes en

(1) L. Testut, *loc. cit.*

arrière de ces anastomoses. Tantôt les deux branches sont fusionnées en une seule, en arrière de leur point de jonction, réalisant ainsi le cas du *Dendrocœlum Nausicaæ*, décrit par O. Schmidt. Le premier cas est un simple phénomène de coalescence entre parties similaires qui, d'après mes observations, paraît se produire assez tard, peut-être même chez l'adulte. En tout cas, cette coalescence n'entraîne aucun déplacement des organes copulateurs de la bouche. Ce cas est peu intéressant et très fréquent.

» Il n'en est pas de même de l'autre monstruosité, qui est toujours très précoce et qui a pour conséquence le déplacement apparent de l'orifice buccal. La bouche, chez *Dendr. lacteum* normal, est située franchement dans la seconde moitié du corps, aussi bien chez le jeune à l'éclosion que chez l'adulte. Or, les individus présentant la particularité tératologique en question, ont la bouche médiane ou très peu en arrière du milieu du corps, leurs organes d'accouplement sont, par suite, relativement plus antérieurs que dans les individus normaux. Cette monstruosité est susceptible de recevoir deux explications. Ou bien, il y a fusion complète sur la ligne médiane d'une portion notable (souvent la moitié de la longueur) des branches récurrentes préformées. Ou bien l'intestin, qui est primitivement droit, ne se sépare jamais, dans sa portion rétropharyngienne, à aucune époque du développement, en deux branches complètement distinctes, mais présente seulement un écartement en forme d'ovale autour du pharynx et des organes copulateurs. Si cette seconde interprétation était la bonne, nous serions ici en présence d'un phénomène d'atavisme, réalisant le cas de *Bothrioplana*, intermédiaire entre la forme de l'intestin rhabdocœle et celle de l'intestin triclade. Malheureusement, je ne suis pas en mesure de trancher cette question.

» Quoi qu'il en soit, l'espace dans lequel peuvent se développer le pharynx et les organes sous-jacents étant fermé en arrière de bonne heure, il en résulte que ces organes sont gênés dans leur accroissement. Aussi le pharynx de ces individus anormaux est-il souvent tortueux et plissé dans sa gaine comme celui de *D. Nausicaæ*. En outre, pour que les organes d'accouplement puissent se développer, il faut que l'espace dans lequel ils sont resserrés s'allonge. C'est ce qui arrive. D'après les mesures que j'ai prises sur des exemplaires adultes en état de plus grande extension, chez les individus normaux, la longueur de la branche antérieure de l'intestin est à celle des branches récurrentes comme 3 est à 5, tandis que, chez les individus anormaux, ces mêmes longueurs sont entre elles comme 1 est à 2. Il en résulte que la région supérieure du corps s'est relativement plus

accrue dans les individus tératologiques que dans les autres. C'est pourquoi la bouche se trouve être presque centrale. Je ferai remarquer que ces individus anormaux ne m'ont pas paru moins sensiblement aplatis que les individus normaux, ce qui pourrait être présenté comme une objection à ma loi embryogénique des Triclades et des Rhabdocœlides. Mais je rappelle que l'allongement de la partie postérieure du corps est produit ici secondairement, qu'il ne résulte pas d'un phénomène embryogénique précoce, et que, par suite, ce cas échappe à la loi que j'ai énoncée.

» Le cas tératologique que je viens de faire connaître n'est pas excessivement rare. Il est intéressant de constater que toutes les particularités que j'ai signalées se retrouvent dans l'espèce de Corfou et de Céphalonie décrite par O. Schmidt sous le nom de *D. Nausicaæ*. Je crois que cette espèce doit être considérée comme d'origine tératologique.

» II. *Multiplicité des pharynx*. — Ces cas me paraissent être très rares. Je n'en ai observé que trois.

» 1° *Polycelis nigra* adulte. Deux pharynx soudés à la base, pouvant fonctionner d'une manière tout à fait indépendante, et semblant être produits par traumatisme.

» 2° *Planaria polychroa* jeune. Tandis que, dans le cas précédent, on a un pharynx bifide à deux ouvertures distales, dans ce second cas, les deux pharynx sont indépendants sur toute leur longueur, mais sont très rapprochés l'un de l'autre par leur extrémité proximale; ils sont également développés, bien que l'un soit un peu plus médian que l'autre.

» 3° *Planaria polychroa* adulte. Deux pharynx indépendants, un peu inégalement développés; l'un est médian, très légèrement dévié à gauche, l'autre s'insère près du premier sur la branche récurrente droite : c'est celui-ci dont la taille est un peu moindre.

» Dans ces trois cas la bouche est unique.

» Le genre *Phagocata*, dont on ne connaît qu'une seule espèce, *Ph. gracilis*, présente tous les caractères du genre *Planaria* dont il ne se distingue que par la multiplicité des pharynx, dont un médian plus grand et huit à neuf paires de pharynx plus petits insérés le long des branches récurrentes. Il me paraît difficile de ne pas considérer cette multiplicité des pharynx, de même que la polydactylie, comme un fait tératologique fixe et devenu un caractère spécifique et même générique.

» En terminant, je ferai remarquer que les espèces d'origine tératologique doivent, à moins qu'elles ne soient très anciennes, avoir une distribution géographique peu étendue. C'est précisément le cas de *Dendro-*

cœlum Nausicaæ. et de *Phagocata gracilis* qui sont cantonnés exclusivement, le premier dans les îles Ioniennes, le second en Pensylvanie. »

ZOOLOGIE. — *Sur la théorie des feuillets et le parablaste.* Note de M. F. **Houssay**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La formation du système circulatoire chez l'Axolotl, étudiée à des stades très nombreux et très précoces, offre un grand nombre de faits intéressants. Je me propose de signaler ici ceux seulement qui permettent une comparaison entre les diverses productions sorties successivement des deux couches primordiales de la *Gastrula* : l'ectoderme et l'endoderme. Le tableau suivant résume, telles qu'elles m'apparaissent, les sorties successives dont il est question.

Ectoderme.	*Epiblaste.*			
	Neuroblaste.			
	Plus trois contacts	1° avec le mésoblaste : canal du pronéphros.		
		2° avec le parablaste : vaisseau sanguin latéral.		
		3° avec le métablaste : ouvertures des fentes branchiales.		
Endoderme.	*Mésoblaste* avec une partie axiale de rebut..........			Notocorde.
	Protohypoblaste.	*Parablaste*.....................		Subnotocorde.
		Deutohypoblaste.	*Métablaste*...	Métacorde (rudimentaire).
			Hypoblaste...	

» Ayant toujours réservé mon opinion sur la *signification* de la métamérie; je crois pouvoir aujourd'hui considérer comme fondée, dans ses traits essentiels, la théorie de *Sedgwick* [1]; le tableau précédent montre les modifications que j'y voudrais apporter. De plus, je partage l'avis que la schizocœlie est un processus dérivé de l'entérocœlie, et j'espère ajouter une preuve à celles que l'on connaît.

» Les faits nouveaux qui permettent d'établir les comparaisons indiquées ont trait surtout à la sortie du métablaste et du parablaste. J'ai parlé déjà de la première formation [2], je rappelle qu'elle est rigoureusement du type entérocœlique primordial, j'ajoute *producteur de métamérie*. Le devenir de cette formation dans la région non branchiale sera traité en

---

(1) A. Sedgwick, *Quart. Journ. of Micr. Sc.*: 1884.
(2) *Comptes rendus*, avril 1891.

détail dans un mémoire prochain. Je signale encore que ses contacts avec l'épiblaste conservent leur métamérie, toutefois, ils peuvent se réunir en un canal (myxine). Le métablaste me semble caractéristique des Vertébrés, y compris *Balanoglossus,* plus que toute autre particularité.

» La première ébauche du parablaste est *segmentée*. Je n'ai pas réussi à la voir insegmentée, malgré les stades très rapprochés que je possède. Elle sort, dès le début, du protohypoblaste, par plaques en face des myotomes. L'intestin n'envoie pas de prolongements vers ces fragments détachés à la périphérie de sa paroi. Ils sont donc moins entérocœliques que les poches métablastiques (branchiales) sorties après eux; mais, en raison de leur métamérie originelle, ils le sont plus que les segments mésoblastiques sortis avant eux de l'endoderme. Voilà, semble-t-il, sur un même animal, un intermédiaire entre l'entérocœlie et la schizocœlie.

» Le métablaste et le mésoblaste ont avec l'épiblaste des contacts connus. Il en est de même du parablaste; et ce fait est capital. A sa partie postérieure, chaque *parablastomère* envoie, entre le myotome qui lui correspond et le suivant, une file de cellules qui va prendre contact avec l'ectoderme entre l'ébauche du nerf latéral peu prononcée et le canal du pronéphros. Ces contacts, d'abord métamériques, se réunissent pour former le *vaisseau sanguin latéral* qui va du nez jusqu'à la partie postérieure du tronc.

» Sauf omissions à réparer dans mon mémoire *in extenso,* ce vaisseau n'a pas été décrit chez l'embryon. Sa connaissance est de premier intérêt pour comprendre les vaisseaux sanguins de la tête, car il est homodyname de la *veine jugulaire externe* (Götte) [1]. C'est également la partie antérieure de ce vaisseau qui a été suivie par H.-H. Field [2] depuis le pronéphros jusqu'à l'œil; il l'appelle *vaisseau dorsal du pronéphros*. Ce vaisseau reste métamériquement relié avec les troncs sanguins profonds, métamériques eux aussi, en particulier les aortes.

» La veine subintestinale, le *cœur*, les vaisseaux de Mayer, les vaisseaux branchiaux, les veines cardinales et les aortes dérivent de cette émission parablastique.

» Pour compléter le rapprochement entre les trois productions sorties de l'endoderme, disons que chacune abandonne une partie axiale de rebut

---

(1) *Entwicklungsgeschichte der Unke;* 1875.
(2) H.-H. Field, *Bull. of Mus. of Comp. Zoolog. at Harvard College*. Cambridge, (U. S.); 1891.

destinée à dégénérer (voir le tableau). A la sortie du métablaste correspond aussi un début de formation axiale métamérique ; mais elle arrive à peine à quitter la paroi du deutohypoblaste.

» Remarquons que ce rebut axial est d'autant moins important que la sortie à laquelle il appartient a mieux gardé son caractère entérocœlique. De plus, il n'y a aucune métamérie dans la notocorde, elle est visible dans la subnotocorde et tout à fait nette dans l'ébauche axiale de la série métablastique.

» Il est inutile d'ajouter que je rejette complètement le mot de *mésoderme* comme désignant un troisième feuillet *comparable* à l'ectoderme et à l'endoderme. Plusieurs embryologistes le considèrent déjà comme défini par sa genèse (sortie entérocœlique ou schizocœlique de l'archentéron). Il convient de plus d'affirmer qu'il n'est pas un feuillet nouveau. Il est de la même valeur (pas plus) que le parablaste ou le métablaste en tant que dérivés endodermiques, ou parmi les dérivés ectodermiques il est de même valeur que le neuroblaste ou le myoblaste, chez les types (Turbellariés) où l'ectoderme le fournit en plus du neuroblaste. Si donc on parle de trois feuillets, pourquoi pas de six?

» Pour terminer, je crois pouvoir énoncer cette loi générale comme extension de la théorie de Sedgwick, et en remplaçant toute schizocœlie par une entérocœlie correspondante.

» Le point de départ de tous les systèmes d'organes des êtres même compliqués est le résultat d'un accroissement de leur surface (extérieure ou entérique) sans nouvelle augmentation de volume. De là, série d'involutions de ces surfaces.

» Il y aurait lieu de développer comment ces accroissements spéciaux de la périphérie (faits ontogéniques) peuvent se concevoir comme hypothèses phylogéniques, par cela qu'en croissant, l'animal augmente son poids comme le cube des dimensions, tandis que ses rapports avec le monde extérieur (sensitifs ou nutritifs) ne croissent dans le même temps qu'en suivant le carré des mêmes dimensions; d'où rupture d'équilibre à compenser. »

ZOOLOGIE. — *Les racines du nerf alaire chez les Coléoptères.* Note de M. ALFRED BINET.

« L'étude des racines du nerf alaire chez les Coléoptères présente cet intérêt que, par la comparaison des types, elle permet de fixer les pro-

priétés de ces racines, et elle résout ainsi, par l'observation microscopique directe, des questions de physiologie qui sont extrêmement complexes. C'est ce que je voudrais montrer en quelques mots.

» Si l'on prend pour sujet d'étude un Coléoptère qui présente la faculté du vol bien développée, et qu'on examine, par la méthode des coupes, la structure interne des ganglions thoraciques qui donnent naissance aux nerfs des ailes, on constate que ces nerfs présentent chacun deux racines; ces racines ne se séparent qu'après la pénétration du nerf dans l'intérieur de la masse ganglionnaire; l'une d'elles se dirige vers la région ventrale du ganglion, et on voit ses fibres aboutir à l'organe auquel j'ai proposé de donner le nom de *colonne ventrale :* c'est une colonne double et symétrique, qui s'étend d'avant en arrière dans la région ventrale des ganglions sous-intestinaux et qui est formée par une substance fibrillaire très dense, laquelle se noircit fortement sous l'influence de l'acide osmique.

» Outre cette racine ventrale, le nerf alaire émet une seconde racine, qui diffère principalement de la précédente par la direction de ses fibres; elle est destinée à la région dorsale du ganglion, région qui est constituée par de la substance fibrillaire ne présentant aucun caractère spécial; la racine dorsale traverse d'avant en arrière la région dorsale du ganglion et cède à cette région, sur son trajet, un grand nombre de ses fibres.

» Telles sont les deux racines qu'on rencontre dans le nerf alaire chez un grand nombre des Coléoptères que nous avons pu étudier; ces racines sont surtout bien développées chez les insectes qui ont une grande puissance de vol; elles ne manquent à aucune des espèces que nous avons examinées jusqu'à ce jour; nous nous bornerons à citer le Hanneton, le Rhizotrogus, le Cerambyx, le Dytique, le Cybister, le Copris, le Géotrupes, l'Hydrophile, etc.

» Quelle est la propriété physiologique de chacune de ces racines? Ont-elles des propriétés communes, ou bien l'une d'elles est-elle composée de fibres sensitives, et l'autre de fibres motrices? Aucune expérience directe n'a permis jusqu'ici de trancher la question. On sait seulement que les recherches anciennes de Faivre ont montré que lorsqu'on exerce une compression légère sur la face inférieure ventrale du ganglion thoracique d'un Dytique, les pattes de l'animal cessent d'être sensibles en conservant leur motilité; tandis que la compression légère de la face supérieure du ganglion amène l'effet inverse, c'est-à-dire la paralysie des pattes sans anesthésie. Faivre concluait de ces expériences que la région ventrale du ganglion est douée plus spécialement de propriétés sensitives et la région dorsale de propriétés motrices.

» J'ai pu faire, dernièrement, des observations d'anatomie comparée qui ont confirmé, en les précisant, les déductions de Faivre, et qui m'ont servi à attribuer des fonctions physiologiques distinctes aux deux racines du nerf alaire.

» Ces observations ont été faites sur trois genres de Coléoptères bien différents, mais qui présentent ce caractère commun de posséder une première paire d'ailes, les élytres, sans les employer au vol; ces Coléoptères qui ont servi à mes études sont le Timarcha, le Blaps et le Carabus; on peut donner aux Insectes présentant cette particularité physiologique le nom de *Coléoptères aptésiques* (de *a*, privatif, et *ptêsis*, vol) pour bien marquer que ce qui leur manque, ce n'est pas l'organe du vol, mais la fonction; les deux élytres sont immobilisés et constituent un bouclier servant à protéger la face supérieure de l'abdomen; en d'autres termes, la fonction motrice de l'aile est perdue, mais la fonction sensitive est conservée.

» Or, si l'on examine chez ces Coléoptères le ganglion thoracique qui donne naissance au nerf des élytres, on constate que le nombre des racines a subi une réduction; la racine dorsale a disparu, la racine ventrale est conservée avec ses proportions normales, qui sont considérables. Cette observation nous paraît démontrer, au moins provisoirement, que la racine ventrale, qui subsiste seule chez les Coléoptères aptésiques, est une racine sensitive. On peut conclure également que la colonne ventrale où cette colonne aboutit est un organe sensitif et que la région dorsale du ganglion est motrice.

» Nous avons ensuite porté notre attention sur le troisième ganglion thoracique, qui fournit un nerf, dans les conditions ordinaires du vol, aux ailes membraneuses. Chez les trois Coléoptères aptésiques que nous venons de citer, l'aile membraneuse disparaît. Nous n'avons point trouvé, dans le ganglion métathoracique de ces espèces, des racines comparables à celles du nerf alaire, mais seulement une racine ventrale extrêmement grêle, qui nous paraît devoir être assimilée aux racines des nerfs des ganglions abdominaux.

» En terminant cette Note, nous insistons sur l'intérêt d'une démonstration physiologique obtenue, sans expérience d'aucune sorte, au moyen de l'observation microscopique directe [1]. »

---

[1] Travail du laboratoire de M. Balbiani, au Collège de France.

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux de la* Nerita polita. Note de M. L. **Boutan**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans les environs de Suez, cette espèce est fort abondante et il est facile de s'en procurer de nombreux échantillons en parcourant les jetées en pierre, sur lesquelles vivent ces animaux.

» Mon attention avait été attirée sur ces Gastéropodes par un travail de M. Bouvier ([1]), qui les a choisis comme types de ses *Rhipidoglosses orthoneuroïdes*, et je mis à profit mon séjour dans cette portion de la mer Rouge pour en préparer un grand nombre de spécimens en vue d'une étude détaillée.

» Les rapports entre l'organisation de la *Nerita* et celle des autres Aspidobranches me paraissaient si frappants, que, malgré l'affirmation précise de cet habile anatomiste, je doutais encore de l'absence complète de toute commissure croisée dans le système nerveux : il me semblait impossible d'admettre, sans un nouvel examen, qu'un type si voisin des *Aspidobranches chiastoneures*, présentât, sans transitions, un système nerveux *orthoneure*.

» Ce doute est légitimé par les faits, et cette Note a pour but de montrer que les Nérites sont bien des *Prosobranches chiastoneures*.

» Au-dessous du bulbe radulaire on trouve une masse nerveuse formée par les ganglions pédieux et les deux premiers ganglions du centre asymétrique. Les ganglions pédieux se prolongent sous forme de deux cordons, au milieu de la sole du pied. Chose remarquable, ces cordons nerveux sont exclusivement formés par le centre pédieux, et les ganglions du centre asymétrique ne s'allongent pas simultanément, comme dans l'Haliotide, la Fissurelle ou le Parmophore.

» En rapport avec cette particularité, nous avons constaté que la collerette, ou lobe inférieur du manteau, ne s'étend plus que sur un tout petit espace et est innervée directement par des filets qui proviennent des deux premiers ganglions du centre asymétrique.

» Au-dessous de ces deux premiers ganglions, M. Bouvier a décrit un ganglion impair et médian, réuni aux ganglions déjà cités. Ce ganglion n'est autre chose que l'origine de la commissure croisée du côté gauche

([1]) *Système nerveux des Gastéropodes prosobranches;* Paris, Masson, 1887.

qui s'entoure de cellules nerveuses, comme cela a lieu chez les animaux voisins.

» Cette commissure gauche passe sous le tube digestif pour rejoindre le ganglion correspondant dans le manteau. En même temps, un nerf d'une extrême finesse part du côté droit et vient s'accoler pendant une faible partie de son parcours à cette branche nerveuse principale. *Ce mince filet nerveux représente la commissure croisée du côté droit.*

» Si l'on suit, en effet, son trajet en ouvrant l'animal sur le côté droit et en rejetant avec précaution les viscères du côté gauche, on peut disséquer le nerf dans toute son étendue; comme le précédent, il passe audessous du tube digestif, remonte le long de la paroi du corps, franchit en dessus la radula et sa gaine et vient déboucher à gauche, dans la cavité branchiale, sur le plancher de cette cavité, au niveau du tiers supérieur de la branchie.

» A ce moment il donne deux branches : une branche récurrente qui va rejoindre le cinquième ganglion du centre asymétrique, au niveau du cœur, et une branche montante qui va se perdre dans la partie supérieure de la branchie; cette dernière donne une anastomose à un gros nerf palléal qui remonte également vers la branchie.

» Cette description suffit pour montrer que nous avons affaire réellement à un système nerveux de Chiastoneure, et tous les naturalistes au courant de la question reconnaîtront sans difficulté le huit de chiffre caractéristique formé, d'une part, par la commissure croisée du côté gauche et le nerf grêle représentant la commissure croisée du côté droit; cependant le gros nerf branchial que j'ai cité mérite à son tour une description minutieuse.

» Ce nerf palléal se détache de la masse nerveuse ventrale formée, en avant, par les ganglions pédieux et, en arrière, par les deux premiers ganglions du centre asymétrique : il naît de la partie gauche de la masse nerveuse, par conséquent du premier ganglion gauche, les coupes ne laissant aucun doute sur son origine réelle.

» Ce gros nerf se rend directement dans le manteau en traversant le muscle coquillier du côté gauche. Arrivé dans la cavité branchiale, il se bifurque; une branche se détache en avant et reste franchement palléale, une autre se dirige vers la branchie.

» C'est là une particularité remarquable du système nerveux de la *Nerita* et sur laquelle j'insiste à dessein. Dans ce type de Gastéropode, la branchie n'est pas seulement innervée par un ganglion branchial, relié au

reste du système nerveux par la branche correspondante de la commissure croisée, mais aussi par un nerf provenant directement du premier ganglion situé du côté gauche.

» Si l'on supprimait par la pensée cette grêle commissure, la branchie serait exclusivement innervée par ce ganglion gauche et le type aurait une apparence orthoneure. Grâce à la présence du nerf grêle dont je signale la présence, la branchie chez les Nérites est innervée par deux centres différents, à la fois par le premier ganglion du côté droit et par le premier ganglion du côté gauche.

» On arrive ainsi à cette conclusion singulière : si l'on suppose que ce nerf rudimentaire, visiblement en voie d'atrophie, disparaisse complètement, *le système nerveux ainsi régularisé devient orthoneure; mais l'innervation primitivement effectuée dans la branchie par le premier ganglion droit s'effectue maintenant à l'aide du premier ganglion situé du côté gauche*.

» Dans ce cas, cette régularisation apparente masquerait une asymétrie originelle profonde, puisque la branchie droite déplacée à gauche serait occasionnellement innervée par le centre gauche.

» En résumé, le système nerveux de la *Nerita polita*, aussi bien que celui de la *Navicella porcellana* (sur laquelle j'ai vérifié les mêmes faits) présente une commissure croisée, comme dans les autres Aspidobranches.

» La branche droite de la commissure croisée est représentée par un nerf extrêmement grêle.

» La branchie est innervée à la fois par le premier ganglion droit et le premier ganglion gauche du centre asymétrique.

» Les cordons nerveux situés dans le pied sont exclusivement formés par les centres pédieux qui portent à leur partie postérieure les otocystes. Enfin, dans ce type remarquable, la collerette est directement innervée par les deux premiers ganglions du centre asymétrique. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'origine et la formation du revêtement chitineux chez les larves de Libellules*. Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'origine du revêtement chitineux qui protège le corps de l'Insecte a été presque constamment rapportée à un phénomène de sécrétion : l'épi-

derme (¹) laisserait exsuder une substance qui, d'abord fluide, se durcirait au contact de l'air pour former la carapace chitineuse.

» Bien que généralement admise, classique même depuis longtemps, cette théorie semble ne tenir aucun compte des faits dont on est témoin lorsqu'on étudie le mode de formation du tégument chez les larves, et particulièrement chez les larves de Libellules.

» Dans la présente Communication, je me bornerai à résumer les dispositions offertes par ce dernier type. Je le choisis à dessein, car il a été l'objet de récentes recherches dont les auteurs, sans tomber dans les erreurs antérieures, paraissent cependant avoir suivi assez imparfaitement l'évolution des éléments chitinogènes; aussi leurs descriptions doivent-elles être complétées ou rectifiées sur plusieurs points.

» Comme technique, j'ai employé les divers réactifs usités, mais je me suis plus spécialement servi du vert de méthyle et du brun Bismarck; j'ai à peine besoin d'ajouter que de bons objectifs à immersion sont indispensables.

» Le tégument se montre d'abord formé d'une couche cellulaire dont les éléments présentent les caractères suivants :

» La cellule épidermique est grande, souvent comparable à un cube dont les arêtes seraient émoussées. Sa partie somatique montre un hyaloplasma ou spongioplasma dans les mailles duquel se trouve un paraplasma granuleux et fréquemment pigmenté. Le noyau est limité par une membrane à contours sinueux; dans l'intérieur du noyau apparaît la formation nucléinienne sous l'aspect d'un réseau très net.

» En combinant la méthode des coupes avec la dissociation, on arrive à reconnaître assez sûrement les limites des cellules. Il n'en sera plus de même à une époque ultérieure.

» C'est dans l'hyaloplasma que s'opère la première modification notable : tandis que ses trabécules étaient jusqu'ici disposées sans ordre, ou réparties suivant une symétrie radiaire, on les voit s'orienter parallèlement à la surface du tégument. Dans la plupart des cas, le phénomène se localise sur la partie apicillaire de la cellule. Il semble devoir être initialement rapporté à la contractilité de l'hyaloplasma; plus tard, ce sera par voie de différenciation chimique qu'il s'affirmera et persistera.

» Bientôt, en effet, l'état général du protoplasma se montre tout autre :

(¹) Hypoderme, matrice de la cuticule, couche chitinogène, etc.

c'est d'abord le paraplasma qui se trouble, premier indice de l'imprégnation chitineuse dont les effets s'accusent rapidement, déterminant une induration progressive. Pendant quelque temps, celle-ci n'est appréciable que dans les espaces paraplasmiques, intermédiaires aux lignes hyaloplasmiques, puis elle s'étend à ces dernières, les transformant en autant de strates chitinifiées.

» Suivie dans l'ensemble de la cellule, la différenciation commence normalement par la zone la plus extérieure et l'on ne saurait admettre la formation mixte, simultanément centripète et centrifuge, décrite par quelques observateurs. Leur conception repose sur une erreur, d'ailleurs facile à commettre et causée par les faits de dislocation qui sont fréquents dans l'hyaloplasma des cellules épidermiques chez les larves de Libellules; s'y compliquant de variations dans la réfringence des lignes trabéculaires, ils peuvent faire croire à l'existence de plusieurs foyers de condensation ou d'induration du protoplasma.

» Les phénomènes qui viennent d'être exposés ne se limitent généralement pas à une seule cellule, mais se manifestent en même temps dans plusieurs éléments contigus dont les zones chitinifiées ne tardent pas à se confondre. Cette fusion s'étend même au-dessous de la zone cuticularisée, entraînant la disparition des frontières cellulaires. L'épiderme ne se montre plus dès lors que comme une zone plasmatique semée de noyaux et l'on s'explique les interminables discussions qui se sont ouvertes à maintes reprises pour définir l'exacte constitution de la zone chitinogène : les uns la décrivaient comme un tissu franchement cellulaire, les autres comme une simple couche anhiste. L'origine de ces divergences doit être cherchée dans les différences d'aspect offertes par l'épiderme, suivant qu'on l'examine à tel ou tel stade de la cuticularisation.

» D'ailleurs, les cellules ne perdent pas toujours leur autonomie; il en est qui la conservent çà et là. J'ai observé le fait et j'ai pu constater qu'il se compliquait d'une particularité dont je n'ai trouvé nulle mention : la cellule, qui a ainsi maintenu son individualité histique, subit la différenciation chitineuse, non plus sur une, mais sur plusieurs de ses faces, autour desquelles les lamelles indurées se soulèvent en ébauchant des coiffes concentriques. Certaines préparations sont très démonstratives à cet égard et montrent combien il est imprudent, en Biologie, de vouloir formuler des conclusions absolues. Pourquoi la cellule ne produirait-elle des lames chitinifiées que sur une de ses régions? Son protoplasma ne possède-t-il pas, dans toute sa masse, la même activité formatrice?

» L'exemple actuel suffirait à l'établir et je pourrais en rapprocher certains faits en rapport avec les insertions musculaires, mais dont l'exposé m'entraînerait au delà des limites de cette Communication.

» Il est toutefois une remarque importante qui doit encore y trouver place : les faits corrélatifs de la cuticularisation ne se limitent pas à la partie somatique des éléments épidermiques. Ils retentissent sur les noyaux : au début des observations, la formation nucléinienne s'y montrait disposée en réseau; puis, subissant en quelque sorte l'influence des manifestations qui se succèdent dans le protoplasma ambiant, elle modifiait son mode de groupement pour revêtir enfin l'aspect tout nouveau d'un filament pelotonné sur lui-même. Ces actes de mitose méritent d'autant mieux d'être signalés qu'ils paraissent avoir été constamment méconnus.

» En résumé, les cellules épidermiques produisent le revêtement chitineux, non par voie de sécrétion, mais par un processus tout spécial qui oblige à le considérer comme une émanation directe de leur protoplasma se transformant en strates chitinifiées. Ainsi se constituent des lames dont l'épaisseur augmente progressivement et dans lesquelles on peut retrouver la texture trabéculaire de l'hyaloplasma. En s'étendant aux éléments voisins, ces faits de différenciation provoquent leur fusion et modifient profondément la texture de la couche épidermique ou chitinogène.

» Ces résultats ne semblent pas seulement devoir modifier les idées admises relativement au mode de formation du tégument des Insectes; ils montrent, en outre, quelles extensions comporte l'étude des formations cuticulaires qui s'imposent de plus en plus à notre attention, surtout au point de vue de l'Histologie zoologique. »

GÉOLOGIE. — *Sur la structure microscopique des oolithes du bathonien et du bajocien de Lorraine.* Note de M. **Bleicher**, présentée par M. Daubrée.

« Le mode de formation des oolithes calcaires qui se rencontrent en plus ou en moins grande abondance dans les sédiments marins, et spécialement dans ceux de l'époque jurassique, est connu depuis longtemps et attribué à l'incrustation de couches minces successives autour d'un grain de sable sous l'influence du jeu des marées, dans le voisinage des récifs coralliens. Il en résulte qu'ils sont constitués par un noyau central entouré

d'écailles calcaires concentriques. Telle est, en effet, la structure des oolithes de très petite taille ($\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre et au-dessous, jusque vers 1^{mm}) de la partie supérieure du bajocien et du bathonien de Lorraine.

» Mais il n'en est pas de même des oolithes de plus grande taille de ces mêmes niveaux, quoique sur leur cassure on ne distingue que des couches concentriques.

» D'après des recherches faites sur des oolithes *cannabines* (3^{mm},4 de diamètre) du calcaire qui forme un horizon caractéristique entre les deux masses de polypiers du bajocien supérieur : sur les oolithes plus petites 1^{mm},5 jusqu'à 2^{mm} de diamètre, plus irrégulières, quoique toujours arrondies, qui composent le calcaire du bajocien supérieur (*bâlin*) ; sur les oolithes de 1^{mm}, 2^{mm}, 3^{mm} de diamètre, rarement sphériques de la base du bathonien des environs de Nancy et des environs de Colmar (Alsace), l'écorce des oolithes peut ne pas être simplement formée de couches concentriques.

» En effet, si l'on soumet ces oolithes, que l'on peut se procurer en assez grande quantité isolées, à l'action des acides étendus et concentrés, en complétant ses recherches par l'observation de coupes minces, on arrive à une conception différente du mode de formation de ces oolithes.

» Les coupes minces montrent d'abord le corps central ou noyau, qui est le plus souvent un fragment de polypier, d'article d'encrine (souvent un article entier), de coquille bivalve ou univalve, de foraminifère.

» Le noyau central dans toutes les oolithes d'une certaine taille, est immédiatement entouré d'une écorce épaisse de calcaire marneux plus ou moins ferrugineux, dans laquelle on peut reconnaître par transparence des formes qui paraissent appartenir au règne organique.

» Ce sont d'abord des tubes ou cylindres (les coupes ne permettent pas de se prononcer), enchevêtrés en réseau dont les mailles serrées couvrent le corps central. Sur certaines préparations on voit apparaître entre les mailles du réseau des débris de polypiers, de foraminifères, des sections annulaires, des sections de tubes aplatis d'un côté, renflés du côté opposé.

» Outre ces corps étrangers, on y rencontre des tubes assez régulièrement cloisonnés pour ressembler à des filaments d'algues, formées de cellules placées bout à bout. On peut en compter jusqu'à dix sur une de nos coupes.

» Le traitement des oolithes par l'acide chlorhydrique étendu, puis

par l'acide chlorhydrique pur à chaud jusque vers l'ébullition, permet d'isoler complètement les tubes enroulés qui forment la presque totalité de l'écorce et de leur reconnaître la qualité de tubes creux. Ils se trouvent isolés après dissolution de tous les éléments calcaires et ferrugineux et séparation par l'eau de la vase argileuse, éléments qui entrent dans la composition de l'oolithe.

» En résumé, il paraît démontré que des organismes, dont la détermination ne peut encore être faite aujourd'hui, ont concouru à la formation des oolithes d'une certaine taille du bajocien de Lorraine et du bathonien de Lorraine et d'Alsace. »

PHYSIOLOGIE. — *Les propriétés odorantes des alcools de la série grasse.* Note de M. **Jacques Passy.**

« J'ai pensé que rien ne pouvait jeter plus de lumière sur la question des odeurs que l'étude méthodique d'une série organique. J'ai commencé par la détermination des minimums perceptibles de l'alcool éthylique et de ses homologues. Les résultats sont réunis dans un Tableau.

» Quelques mots sont nécessaires pour indiquer la provenance et le traitement des alcools, dont la pureté doit être absolue.

» L'*alcool méthylique* provenant de la saponification de l'éther méthyloxalique m'a paru impropre à cet usage; il retient quelques traces de produits accessoires, suffisamment odorants, vu l'odeur très peu marquée de l'alcool lui-même, pour fausser les résultats. Celui qui m'a servi est un alcool d'industrie très pur de l'usine de Scheurer-Kestner, tout à fait exempt d'acétone et de méthylamine; il retenait encore une légère odeur d'empyreume dont j'ai pu le débarrasser par des traitements au charbon et des rectifications sur la soude caustique et le sodium. Toutefois, comme cette action fait reparaître l'odeur de méthylamine, il est nécessaire de traiter en dernier lieu par une petite quantité d'acide oxalique.

» Pour l'*alcool éthylique,* il m'a suffi de rectifier sur la soude l'alcool d'industrie le plus pur possible (anciens établissements Savalle), en ne recueillant que les portions centrales. Les alcools supérieurs et les isomères ont été mis à ma disposition par la maison Claudon qui en fait sa spécialité.

Minimums en millionièmes de gramme par litre d'air.

Alcools.	Primaires.	Secondaires.	Tertiaires.
Méthylique	1000	»	»
Éthylique	250	»	»
Propylique	10 à 5	40	»

Alcools.	Primaires.	Secondaires.	Tertiaires.
Butylique normal.........	1	»	10 à 20
Isobutylique..............	1	»	»
Amylique normal.........	»	»	20 à 40
Amylique actif gauche.....	0,6	»	»
Isoamylique inactif........	0,1	»	»
....	...	.	.
Caprylique...............	»	0,005	»

» Ces chiffres doivent être considérés simplement comme comparables entre eux. Tout l'intérêt réside d'ailleurs dans cette comparaison et dans les rapports qu'elle montre entre la composition chimique et les propriétés physiologiques, *puissance* et *qualité* de l'odeur.

» *Puissance odorante.* — On voit immédiatement que la puissance odorante augmente progressivement à mesure qu'on s'élève dans la série. Cette progression devient tout à fait remarquable si l'on s'en tient aux alcools primaires; en définissant comme je l'ai fait le pouvoir odorant par l'inverse du minimum perceptible, et en prenant celui de l'alcool méthylique pour unité, on obtient la série suivante :

Alcool méthylique	1	Alcool butylique normal...	1000
» éthylique.......	4	» isobutylique.......	1000
» propylique	100-200	» isoamylique inactif.	10000

» L'amylique normal manque dans mes expériences, mais en comparant l'alcool isoamylique inactif à son isomère l'isobutylique, qui, lui-même, a sensiblement même pouvoir odorant que le butylique normal, on voit que l'analogie est complète, et que l'amylique normal viendrait très vraisemblablement se placer à son rang. D'où cette première conclusion : La *puissance odorante croît régulièrement avec le poids moléculaire*. La progression est très régulière pour les trois derniers termes, dont chacun est sensiblement égal à dix fois le précédent; elle l'est beaucoup moins pour les trois premiers; l'alcool méthylique et éthylique diffèrent peu; de l'alcool éthylique à l'alcool propylique, il y a un saut brusque. Cette progression se retrouve-t-elle dans les alcools secondaires? Il ne m'est pas permis de me prononcer à cet égard, n'ayant pu essayer que deux d'entre eux; toutefois, le pouvoir odorant de l'alcool caprylique (octylique secondaire) étant égal à huit mille fois celui de l'isopropylique, cette progression paraît bien vraisemblable.

» Je n'ai eu que deux alcools tertiaires à ma disposition, mais ils suffisent à montrer que, s'il existe une loi régulière, elle doit être entièrement

différente. Parmi les alcools non normaux, on remarquera la notable différence entre l'alcool amylique gauche et l'alcool inactif.

» Il est intéressant de comparer maintenant non plus les homologues, mais les isomères. On voit que l'alcool secondaire a un pouvoir odorant moindre que l'alcool primaire.

	Minimums perceptibles.
Alcool propylique normal	10
Alcool isopropylique	40

et l'alcool tertiaire un pouvoir moindre encore.

	Primaire.	Tertiaire.	
Alcool butylique	1	10 à 20	Minimums perceptibles.
Alcool amylique	0,1	20 à 40	

» En se reportant à la constitution de ces isomères et en remarquant que l'alcool primaire dérive d'un carbure unitaire, l'alcool secondaire d'une double, et l'alcool tertiaire d'une triple substitution, on peut se demander si chacun des composants ne conserve pas jusqu'à un certain point son individualité dans la molécule et si la puissance odorante n'est pas en rapport, non seulement avec le poids moléculaire total, mais avec celui des composants. Toutefois ce point appelle de nouvelles recherches.

» *Qualité.* — Si le pouvoir odorant de chaque terme dépend de sa place dans la série, la qualité de l'odeur est liée à sa constitution, à sa structure moléculaire. C'est ce que montre la comparaison entre les divers isomères. En effet :

» 1° Les *homologues,* dont la constitution est la même et qui ne diffèrent que par C^2H^2 en plus, ont des odeurs extrêmement voisines, à tel point qu'à dose atténuée et *physiologiquement équivalente,* il est parfois presque impossible de les distinguer.

» *Exemple :* L'alcool méthylique et éthylique ; l'alcool isobutylique et isoamylique.

» 2° Les *isomères,* ayant même formule brute et différant par la constitution, diffèrent, et parfois considérablement, les uns des autres.

Exemple : Alcool butylique normal	Odeur butyrique
» isobutylique	Odeur amylique
» butylique tertiaire	Odeur camphrée

» 3° Tel isomère se rapproche plus de ses dérivés que de ses isomères.

» *Exemple :* L'alcool propylique (convenablement atténué) se distingue nettement de l'alcool propylique normal, tandis qu'il se rapproche nettement de son aldéhyde, l'acétone.

» L'odeur caractéristique est donc liée à un certain groupement qui persiste soit dans les homologues, soit dans les dérivés. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'immobilité des eaux océaniques profondes.* Note de M. **J. Thoulet.**

« La publication récente, par MM. Murray et Renard, du Rapport officiel sur les fonds marins provenant de la campagne du *Challenger*, me semble confirmer d'une manière frappante le fait de l'immobilité des eaux océaniques profondes. Depuis longtemps déjà, j'avais émis cette hypothèse en me basant sur divers motifs, et principalement sur la distribution verticale des densités réelles, *in situ*, au sein de l'Océan.

» Dans le Pacifique sud, au sud de Taïti, à la station 281, par 22° 21′ lat. S. et 152° 37′ long. E., la drague a ramené d'une profondeur de 4362^{m} une pierre représentée Pl. IV, fig. 3, et qui est un fragment d'un ancien fond de mer. La portion inférieure, en argile rouge avec nodules de manganèse implantés, ce qui affirme son origine profonde, est recouverte uniformément, sur une épaisseur de 2^{cm} environ, d'une couche de cendre volcanique. Celle-ci, examinée à l'œil nu et mieux encore au microscope (Pl. XXI, fig. 2), se montre composée de mica noir, d'augite, de hornblende dont les grains ont à peu près $0^{mm},5$ de diamètre, de feldspath plagioclase plus ou moins altéré, avec quelques fragments de roches volcaniques et de la magnétite. Les particules les plus grosses, en commençant par le mica, sont déposées immédiatement contre l'argile et augmentent régulièrement de finesse de bas en haut. Le fond a été, après consolidation, coupé de fentes et un dépôt de manganèse, formé sur la surface entière de la pierre ainsi que dans les fissures, a réuni le tout en une masse compacte.

» Un tel ordre de superposition prouve bien la complète immobilité des eaux profondes. En effet, dans des eaux en mouvement, il est évident que les particules de grosseur différente auraient été diversement entraînées dans le sens horizontal par les courants et elles ne se seraient pas déposées ensemble au même point. Elles se sont classées par densités, c'est-à-dire d'après leurs vitesses de chute respectives, les plus petites tombant avec le plus de lenteur, les plus grosses et les plus lourdes plus rapidement et, les unes et les autres, sans éprouver la moindre déviation transversale. J'ai reproduit synthétiquement le phénomène en agitant dans

un tube de verre des cendres volcaniques de l'Etna avec du mica noir. Après avoir abandonné au repos le tube maintenu vertical, le dépôt s'est effectué dans l'ordre indiqué, d'abord le mica, et au-dessus les cendres par grosseurs décroissantes.

» L'immobilité des eaux profondes étant démontrée par cette preuve directe me paraît communiquer une probabilité plus grande à mon hypothèse sur l'existence d'une circulation chimique verticale dans l'Océan, telle que je l'avais énoncée d'après diverses considérations, la distribution des densités absolues, la formation des nodules manganésiens et phosphatés, de la phillipsite et enfin mes expériences prouvant la diffusion extrêmement lente, quoique réelle, qui s'exerce entre des eaux de mer de densités différentes.

» J'appellerai l'attention sur une autre figure du même ouvrage (Pl. VII, fig. 5) qui représente un os de baleine dragué à la station 286, latitude 33°29′ S., longitude 135°42′ E., dans le Pacifique sud, au sud-est des îles Pomotou par 4270^{m}. On y voit des marques arrondies se coupant mutuellement et ressemblant à s'y méprendre aux incisions couvrant une omoplate de *Balanotus* tertiaire découverte à Monte Aperto, en Italie, par M. Capellini. M. de Quatrefages s'était précisément basé sur cette pièce pour admettre l'existence de l'homme tertiaire, car il se déclarait dans l'impossibilité d'attribuer ces marques à une cause autre que l'action d'un instrument tranchant. L'échantillon du *Challenger*, autant du moins qu'il est permis d'en juger sur des dessins, semble résoudre la question contrairement aux conclusions de M. de Quatrefages. Sur un os trouvé à une pareille place, en plein Pacifique sud, loin de toute terre, à mi-distance entre l'Australie et le Chili, les incisions ne peuvent guère être que les traces de dents de squales. »

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MAI 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de combustion et de formation de l'alcool et des acides formique et acétique;* par MM. **Berthelot** et **Matignon**.

« Depuis l'époque où j'ai découvert la méthode générale pour calculer la chaleur de formation des composés organiques (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI; 1865), et le travail moléculaire mis en jeu dans leurs réactions, travail lié intimement avec leur constitution; depuis cette époque, dis-je, les déterminations des chaleurs de combustion des composés organiques, sur lesquelles repose cette méthode, se sont multipliées et l'emploi de la bombe calorimétrique a permis d'y atteindre une très grande précision : on peut s'en assurer en comparant les mesures effectuées sous ma direction et que M. Stohmann prend chaque jour soin de répéter avec un zèle exemplaire, indépendamment des nombreuses

mesures qui lui sont personnelles. Les unes et les autres fournissent des données des plus certaines pour la discussion des problèmes fondamentaux de la mécanique chimique des composés organiques.

» Toutefois, pour compléter l'ensemble de ces résultats, il est devenu nécessaire de reprendre un certain nombre de déterminations antérieures, faites, soit par d'autres procédés, soit au début de l'emploi de la bombe calorimétrique : c'est un devoir de chercher sans cesse à perfectionner ses premiers résultats. Nous avons entrepris spécialement la revision des chaleurs de combustion des gaz hydrocarbonés, qui ont donné lieu à des divergences inexpliquées : nous espérons être prochainement en mesure de fournir des données plus certaines à cet égard. Aujourd'hui, nous allons présenter nos mesures relatives à trois composés très importants, parce qu'ils sont le point de départ d'une multitude de réactions, savoir : l'alcool ordinaire, l'acide formique et l'acide acétique.

» I. *Alcool éthylique.* — Deux combustions, opérées chacune sur 1 gramme environ de matière, ont fourni, toute correction faite, pour 1 gramme d'alcool, $7067^{cal},3$ et $7068^{cal},5$. Moyenne : $7068^{cal},0$.

» Soit pour 1 molécule $= 46^{gr}$:

$$C^2H^6O \text{ liq. à } 13^o + 3O^2 = 2CO^2 + 3H^2O .. \begin{cases} +325^{Cal},1 \text{ à volume constant.} \\ +325^{Cal},7 \text{ à pression constante.} \end{cases}$$

» La chaleur de combustion de l'alcool gazeux à 15° sera, dès lors, à pression constante : $+336^{Cal},8$.

» La formation à partir des éléments :

$$C^2(\text{diamant}) + H^6 + O = C^2H^6O \begin{cases} \text{liquide} . & +69^{Cal},9 \\ \text{gaz} .... & +59,8 \\ \text{dissous} . & +72,4 \end{cases}$$

» D'après la discussion des données antérieures, M. Berthelot avait adopté, pour la chaleur de combustion de l'alcool à pression constante, le nombre $+324^{Cal},5$ (*Ann. du Bureau des Longitudes*, p. 661; 1892). L'écart est minime, et dès lors les nombreuses déductions formulées antérieurement pour la formation des corps dérivés de l'alcool subsistent sans changement.

» Signalons, en particulier, la formation des éthers composés. D'après les expériences publiées par l'un de nous, expériences indépendantes de la mesure des chaleurs de combustion, cette formation absorbe environ $-2^{Cal},0$ *lorsqu'elle est rapportée à l'état dissous dans l'eau pour l'acide, l'alcool et l'éther.* Ce nombre ne peut être appliqué avec probabilité aux corps

purs, que dans le cas où la somme des chaleurs de dissolution de l'acide et de l'alcool est très voisine de celle de l'éther. Mais l'écart est notable pour les acides qui dégagent beaucoup de chaleur en s'hydratant, tels que les acides azotique ou sulfurique, et il peut l'être aussi pour les acides ou les éthers qui affectent l'état solide.

» II. *Acide formique.* — L'acide employé était l'acide cristallisable. Pour le brûler complètement, on a dû y ajouter le quart de son poids de camphre, dont il a été tenu compte.

» Deux combustions ont fourni : pour 1^{gr} d'acide formique, en moyenne, $1365^{cal},8$ à volume constant, ce qui fait, pour 1 molécule, $= 46^{gr}$ (état liquide) :

$$CH^2O^2 + O = CO^2 + H^2O : + 62^{Cal},8 \text{ à v. c.}; + 62^{Cal},5 \text{ à p. c.}$$

» Pour l'acide gazeux vers 100°, on aurait $+ 67^{Cal},3$; mais ce chiffre répond à une densité de vapeur anormale et trop forte, comme pour l'acide acétique, la molécule étant en grande partie doublée; ce chiffre, disons-nous, doit être accru notablement, si on le rapporte à une température où la densité est redevenue normale. Si l'on adoptait le nombre trouvé pour la transformation de l'acide acétique gazeux par MM. Berthelot et Ogier, dans leurs recherches sur la chaleur spécifique gazeuse de ce corps (et de l'acide hypoazotique) ([1]), la chaleur de combustion de l'acide formique, vers 200°, serait portée vers $72^{Cal},4$.

» On déduit de ces données la chaleur de formation de l'acide formique par les éléments : C (diamant) $+ H^2 + O^2 = CH^2O^2$.

Acide solide	$+ 103^{Cal},3$
» liquide	+ 100,8
» dissous	+ 100,9
» gazeux vers	100° : + 96,0 200° : + 90 environ ([2])

» Ce dernier chiffre est d'accord avec la décomposition exothermique

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXX, p. 382 et 406.

([2]) A cette température, l'acide formique pur existe et ne se décompose que très lentement; la décomposition, même à 260°, exigeant 25 heures, pour être complète. Elle produit d'abord de l'oxyde de carbone et de l'eau, avec absorption de chaleur ($- 5^{Cal}$ d'après nos nouvelles mesures); et vers la fin, elle change de caractère et développe de l'acide carbonique et de l'hydrogène, en devenant exothermique ($+ 4^{Cal},3$ env. d'après les mesures actuelles). Voir *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 58, et *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 44.

($+4^{Cal},3$), constatée par expérience, de la vapeur formique, vers 200°, sous l'influence de la mousse de platine.

» Rappelons que l'évaluation de la chaleur de combustion de l'acide formique liquide a varié de $+96^{Cal}$ (Favre et Silbermann) à $+60^{Cal}$ (Thomsen) avec diverses valeurs intermédiaires. Le chiffre actuel : $+62^{Cal},8$, nous paraît définitif.

» Si l'on y ajoute la chaleur de neutralisation de l'acide formique par la potasse ($+13^{Cal},7$), on voit que l'absorption de l'oxyde de carbone par la potasse est déterminée par cette dernière substance et accompagnée d'un dégagement de $6^{Cal},8$. La décomposition de l'acide formique, en oxyde de carbone et eau, par l'acide sulfurique, est provoquée par la chaleur d'hydratation de cet acide, qui fournit l'énergie complémentaire nécessaire ; aussi cesse-t-elle lorsque l'acide sulfurique est étendu.

» III. *Acide acétique.* — Ce corps pur brûle bien dans la bombe, sans aucune addition ; deux combustions ont donné en moyenne : $+5491^{cal},1$ pour 1^{gr}, et on déduit pour 1 molécule (liquide)

$$C^2H^4O^2 + 2O^2 = 2CO^2 + 2H^2O \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +209^{Cal},4 \text{ à v. c. et à p. c.}$$

» Ce nombre s'écarte à peine de celui de Favre et Silbermann : $+210^{Cal},3$.

» A l'état gazeux, vers 120° (densité de vapeur anormale), on aura $+214^{Cal},2$ environ.

» Vers 250°, la densité de vapeur étant devenue normale, on aura, d'après les mesures de chaleurs spécifiques de MM. Berthelot et Ogier, $+219^{Cal},3$.

» La chaleur de formation :

$$C^2(\text{diamant}) + H^4 + O^2 = C^2H^4O^2.$$

	Cal
Acide solide	+119,7
» liquide	+117,2
» dissous	+117,6
» gazeux vers 120°	+112,1
» gazeux vers 250°	+107,1

» D'après ces nombres, la décomposition de l'acide acétique gazeux en formène et acide carbonique serait exothermique ($+6^{Cal}$) à 250° et au-dessus. Mais elle le devient bien davantage, comme nous avons eu occasion de le dire, en présence d'un excès d'alcali, parce que la production

d'un carbonate alcalin sature 2 équivalents de base, au lieu d'un seul neutralisé dans un acétate. Les déductions que nous avons eu occasion de présenter jusqu'ici, relativement à la formation de l'acide acétique par oxydation, à sa réduction totale par l'acide iodhydrique et à ses diverses réactions, subsistent sans aucun changement.

» Quoi qu'il en soit, nous adopterons désormais les données précédentes dans nos études. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques faits touchant l'histoire chimique du nickel;* par M. **P. Schützenberger.**

« D'après les travaux les plus récents, le poids atomique du nickel, auquel on avait donné diverses valeurs variant de 57,8 à 59, paraît définitivement être égal à 58,6.

» Je suis arrivé aux mêmes conclusions par l'analyse du sulfate de nickel, au moyen d'un procédé très simple et très exact et dont l'emploi m'a permis de mettre en évidence les faits qui font l'objet de cette Note. Le sulfate de nickel pur a été préparé en partant du carbonate pur. Celui-ci est calciné; le résidu d'oxyde est réduit au rouge naissant dans un courant d'hydrogène pur, dans un tube en verre de Bohême; le nickel pulvérulent refroidi dans le courant d'hydrogène est enfin dissous dans de l'acide sulfurique étendu de 10 fois son poids d'eau, à chaud. On fait intervenir un excès de métal et l'on continue à chauffer tant qu'il se dégage de l'hydrogène. Le liquide *neutre* étant concentré au bain-marie jusqu'à formation de pellicule fournit par refroidissement une abondante cristallisation de sel prismatique à 7 molécules d'eau, qu'on purifie par de nouvelles cristallisations.

» Les cristaux sont finalement égouttés à la trompe, séchés entre les doubles de papier, puis à l'étuve à 200°, et enfin à 440° dans un courant d'azote sec et pur. La température de 440° s'obtient en chauffant par l'intermédiaire de la vapeur de soufre bouillant et en employant les dispositifs de M. Sainte-Claire Deville (cylindre en fer traversé à mi-hauteur par un tube horizontal en fer rivé aux parois du cylindre et portant à la partie supérieure un tube incliné à 45° pour le retour du soufre condensé).

» La matière à sécher est placée dans une nacelle en platine, que l'on glisse dans le tube en verre qui remplit la capacité du tube en fer horizontal, et dans lequel circule un courant d'azote.

» Dans ces conditions, la dessiccation est complète, sans perte d'aucune trace d'acide sulfurique, lorsque le sel s'est déposé au sein d'une liqueur neutre. Cristallisé en présence d'un excès d'acide sulfurique, le sulfate de nickel retient énergiquement, même après plusieurs recristallisations, des traces d'acide sulfurique qui ne le quittent que vers 400°.

» Le sulfate anhydre est pesé à l'abri de l'humidité et versé au fond d'un creuset en platine qu'il ne doit remplir qu'au tiers. Le creuset est fermé avec son couvercle et porté à une température comprise entre le rouge sombre et le rouge cerise.

» On atteint le but en employant un chalumeau d'émailleur à gaz alimenté par du gaz et de l'air comprimé, fourni par une trompe à vapeur du système Wiesnegg. En réglant convenablement l'échappement de la vapeur à 2 atmosphères par le bec de Giffard et l'arrivée du gaz, on obtient facilement une flamme toujours oxydante, dont la température peut être variée à volonté et maintenue constante pendant des heures, allant du rouge sombre au rouge vif presque blanc. Tant que la flamme est oxydante, on n'observe aucune réduction de l'oxyde formé par le départ de l'acide sulfurique anhydre. Si l'on prolonge l'opération pendant une heure, entre le rouge sombre et le rouge vif, il ne reste pas trace de soufre dans le résidu. L'oxyde ainsi formé est très divisé et offre une teinte jaune verdâtre.

» Son poids, comparé à celui du sulfate anhydre qui a servi à le former, donne une première valeur du poids atomique du nickel.

» $3^{gr},503$ de sulfate séché à 440° ont donné 1,690 d'oxyde de nickel, d'où l'on tire

$$NiO = 74,57, \qquad Ni = 58,57.$$

» $2^{gr},6008$ de sulfate séché à 440° ont donné 1,2561 d'oxyde de nickel, d'où l'on tire

$$NiO = 74,72, \qquad Ni = 58,72.$$

» Malgré les petites quantités de matière mises en œuvre, le résultat est satisfaisant; l'opération, en effet, ne comporte aucune cause de perte.

» En réduisant par l'hydrogène l'oxyde obtenu, la perte de poids éprouvée, que l'on peut au besoin contrôler par la pesée de l'eau formée, donne un second moyen de déterminer le poids atomique du métal.

» Les conditions à observer sont les suivantes. L'oxyde bien divisé et porphyrisé au mortier en agate est placé dans une nacelle en platine. Les pesées se font dans le tube à réduction, rempli d'azote pur et

sec. Après réduction par l'hydrogène, on remplace l'hydrogène par de l'azote, afin que le métal réduit ne soit pas en contact avec la moindre trace d'air. A cet effet, l'extrémité antérieure du tube à réduction porte un bouchon rodé et creux en verre auquel est soudé un tube à robinet mis en communication avec l'une des branches d'un robinet à trois voies, dont les deux autres sont reliées à des générateurs d'hydrogène et d'azote purs et secs. On peut donc, à volonté, faire passer l'un ou l'autre gaz.

» Le tube à réduction, en verre de Bohême, de $0^m,15$ à $0^m,20$ de diamètre et de $0^m,25$ de longueur, est soutenu par deux boucles en fil de platine. Il est étranglé à son extrémité postérieure et se termine par une courte tubulure de 3^{mm} à 4^{mm} de diamètre, qui peut être obturée par un petit bouchon en caoutchouc. La nacelle contenant l'oxyde est placée dans le milieu du tube entre les deux boucles; la portion où elle repose est chauffée au moyen d'un bon bec Bunsen à papillon.

» Voici, comme exemple, les résultats fournis par les oxydes obtenus dans les deux expériences précédentes :

1° Oxyde de nickel	$1^{gr},6865$
Nickel	1,3245
Poids atomique du nickel	58,5
2° Oxyde de nickel	1,2527
Nickel	0,9838
Poids atomique du nickel	58,53

» L'accord est donc satisfaisant et la méthode est susceptible de fournir des résultats suffisamment approchés.

» Lorsqu'on chauffe l'oxyde de nickel jaune verdâtre obtenu à une température comprise entre le rouge sombre et le rouge cerise, dans le creuset en platine où il a été préparé, à une température voisine du rouge blanc il se contracte notablement en s'agglomérant et prend une teinte d'un vert plus franc et plus foncé. Ce changement de couleur est accompagné d'une perte de poids de 4 à 5 millièmes. Comme, vu les conditions de l'expérience, on pourrait conserver l'arrière-pensée d'une réduction partielle de l'oxyde sous l'influence de gaz réducteurs de la flamme, il devenait nécessaire de modifier le dispositif employé.

» Disons cependant que cette objection tombe immédiatement devant le fait que la perte de poids n'augmente pas avec la durée du chauffage et que, au bout de vingt à trente minutes, elle atteint son maximum. De plus, la flamme employée était toujours oxydante. Pour écarter toute appréhen-

sion d'une réduction possible, j'ai chauffé un poids connu de l'oxyde jaune verdâtre, obtenu au-dessus du rouge cerise et donnant par réduction le poids atomique 58,5, dans un tube en platine enveloppé d'un premier manchon en porcelaine vernie et d'un second manchon en terre réfractaire. Les tubes sont fixés dans un fourneau à réverbère alimenté par du charbon de cornue et de l'air forcé par un ventilateur à ailettes d'Enfer. On atteint ainsi une température voisine du point de ramollissement de la porcelaine. Les extrémités du tube en platine et du tube en porcelaine sont protégées contre l'échauffement par des serpentins en plomb parcourus par de l'eau froide.

» Des tampons d'amiante placés au devant des bouchons, aux extrémités du tube en platine, protègent aussi contre le rayonnement calorifique. Le tube en platine contenant la nacelle avec l'oxyde de nickel est traversé par un courant d'azote pur et sec.

» Les changements d'aspect et de couleur de l'oxyde se produisent comme dans le creuset et sont également accompagnés d'une perte de poids limitée.

» Voici les données d'une expérience :

Oxyde de nickel vert clair obtenu en chauffant le sulfate au-dessous du rouge cerise........................	$5^{gr},2431$
Oxyde calciné pendant une heure au rouge blanc dans un courant d'azote et refroidi dans l'azote..............	$5^{gr},2224$

Perte 0,38 pour 100.

» L'oxyde vert foncé ainsi obtenu a donné par réduction, après avoir été porphyrisé,

Pour $5^{gr},1720$ d'oxyde
» $4^{gr},0813$ de nickel

Ce qui conduit au poids atomique 59,8.

» En ajoutant à l'oxyde calciné l'oxygène éliminé par la calcination, le poids atomique du nickel revient à 58,7.

» La perte d'oxygène, constatée directement et indirectement par l'analyse de l'oxyde, ne peut être attribuée à un phénomène de dissociation dû à l'existence d'un oxyde inférieur de nickel, puisqu'elle est limitée à 0,40 pour 100, malgré le courant d'azote qui renouvelle l'atmosphère du tube. De plus, la perte est la même si l'on chauffe au contact de l'air, en ayant soin de refroidir rapidement à la fin. Les choses se passent donc comme

si, au rouge blanc, la valeur du poids atomique ou du double équivalent du nickel était élevée d'environ une unité.

» L'oxyde de cobalt, calciné au rouge blanc dans l'azote et dans un tube en platine, perd également 0,4 pour 100 de son poids, et, d'après l'analyse de l'oxyde, le poids atomique prend une valeur voisine de 60,0.

Oxyde de cobalt calciné	3,491
Cobalt réduit	2,757
Poids atomique du cobalt	60,0

» L'oxyde de nickel, provenant de la calcination du sulfate au rouge blanc et devenu vert foncé, offre une particularité intéressante, et qui, méconnue, donnerait lieu à des erreurs d'analyse inévitables.

» Cet oxyde, bien porphyrisé et chauffé au rouge sombre dans un courant d'hydrogène jusqu'à disparition de toute trace apparente de vapeur d'eau et jusqu'à poids constant, laisse un métal réduit qui retient encore des doses très appréciables d'oxygène, oxygène que l'hydrogène n'élimine plus ou n'élimine qu'avec une lenteur telle que la réduction paraît être achevée.

» Cependant, en conservant le métal dans le tube à réduction bien fermé et rempli d'azote, pendant vingt-quatre heures, à la température ordinaire, si l'on vient à le chauffer à nouveau dans l'hydrogène, on voit *aussitôt* se produire des quantités très notables de vapeur d'eau; une nouvelle pesée, après refroidissement dans l'azote, révèle une perte de poids très sensible. Ce phénomène se renouvelle le plus souvent deux ou trois fois, avant que l'on atteigne un poids constant.

» Ainsi, dans une expérience, $5^{gr},5132$ d'oxyde de nickel fortement calciné ont donné :

Nickel	4,3885	après la 1re réduction
»	4,3714	après la 2e réduction
»	4,3540	après la 3e réduction

chaque réduction étant faite après un repos de vingt-quatre heures. A partir de là l'abaissement de poids était nulle. Le dernier nombre conduit au poids atomique 60,0.

» Ainsi le métal réduit qui ne cède plus d'oxygène à l'hydrogène au rouge sombre devient apte à en céder à nouveau, après un certain temps de repos. Une fraction de l'oxygène contenue dans l'oxyde fortement calciné s'y trouve donc dans un état particulier d'occlusion.

» En dissolvant dans l'acide sulfurique étendu et chaud le nickel réduit

retenant de l'oxyde occlus, ce dernier reste sous forme d'une poudre très divisée, jaune clair, insoluble dans l'acide sulfurique étendu, et qui passe à travers les filtres.

» Cette occlusion a été constatée, d'une manière constante, avec l'oxyde de nickel calciné au rouge blanc et porphyrisé. L'oxyde de nickel jaune verdâtre, modérément calciné, ne le présente pas, pas plus que l'oxyde de cobalt fortement calciné.

» Il est aussi à remarquer que le nickel réduit, provenant de l'oxyde fortement calciné, au lieu de s'agglomérer sous l'influence de la chaleur en une seule masse à éclat métallique, reste à l'état d'une poudre divisée, de couleur gris foncé, sans éclat. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les produits du fonctionnement des tissus, et particulièrement des muscles, séparés de l'être vivant. — Méthodes analytiques;* par MM. **Armand Gautier** et **L. Landi** (¹).

« III. Avant de tirer les conséquences et conclusions qui résultent de nos observations et analyses, résumées dans le Tableau de la page 1052, il importe d'exposer, en quelques mots, les méthodes suivies par nous pour doser les principes de la viande fraîche et de la même conservée à l'abri de toute altération bactérienne. Nous ne donnerons ici quelques développements qu'aux méthodes nouvelles, particulièrement à celle qui permet de résoudre, pour la première fois, le problème délicat de l'extraction totale des bases de la viande et de leur séparation en diverses familles.

» A. *Eau totale.* — L'eau de la viande a été dosée par perte à 105° dans un courant d'acide carbonique sec. Sans cette précaution, le résidu augmente sensiblement de poids, sans doute par oxydation, et l'eau semble diminuer. Même observation pour le dosage des graisses.

» B. *Albuminoïdes solubles et coagulables.* — La viande finement hachée était épuisée par de l'eau distillée froide; les liqueurs étaient chauffées au bain-marie, concentrées au tiers et additionnées de leur volume d'une solution saturée de sulfate sodique et d'une trace d'acide acétique. Le coagulum formé était recueilli, lavé à l'eau, puis, avec une solution alcaline faible pour enlever un peu de caséine, enfin à l'eau, à l'alcool et à l'éther.

» C. *Corps caséiniques.* — La solution alcaline ci-dessus, additionnée

(¹) Voir *Comptes rendus*, même volume, p. 1048.

d'une trace de sels de chaux et saturée exactement d'acide acétique, en fournissait une petite portion. Mais la majeure partie de la caséine qui se produit dans la viande conservée se sépare déjà sous forme de grumeaux insolubles dans la liqueur exsudée de la viande. On lave cette caséine à l'eau et à l'alcool, on la sèche et la pèse.

» Nous nous sommes assurés que le caillot qui se forme dans l'exsudat de la viande est composé de deux parties : l'une, soluble dans l'eau de chaux, les carbonates alcalins, l'acide acétique très dilué, jouit de toutes les propriétés de la caséine ordinaire ; l'autre, insoluble dans les dissolvants ci-dessus, répond aux caractères d'une nucléo-albumine. On y reviendra.

» La matière, spontanément coagulée dans la liqueur d'exsudation de la viande, ne contenait ni syntonine, ni globulines solubles dans les solutions de sels alcalins neutres, en particulier dans le sel marin au dixième.

» D. *Albuminoïdes insolubles*. — Ils ont été dosés dans la viande hachée lavée à l'eau froide puis chaude, à l'alcool, enfin à l'éther au réfrigérant ascendant, et séchés. On défalquait le poids des sels minéraux insolubles.

» E. *Albuminoïdes insolubles peptonisables*. — 30^{gr} de viande pulvérisée et lavée à l'eau froide étaient placés à l'étuve à 40° avec $0^{gr},5$ de pepsine très active; 2^{cc} d'acide chlorhydrique ordinaire et 100^{gr} d'eau. On recueillait les peptones formées en évaporant la liqueur, séchant, pesant et soustrayant le poids des sels correspondants.

» F. *Bouillon*. — Une grande partie de la viande hachée était mise à bouillir avec un excès d'eau, puis lavée à chaud. On obtenait ainsi le bouillon où l'on déterminait la majeure partie des substances suivantes.

» G. *Urée*. — L'urée a été cherchée en précipitant, par le nitrate mercurique, le bouillon, à peine sensiblement acidulé d'acide acétique, filtrant, saturant la liqueur par le carbonate sodique et ajoutant un léger excès d'azotate mercurique. Il faut toujours maintenir neutre la liqueur, grâce à des additions de carbonate sodique. Le composé mercuriel qui se précipite est décomposé par H^2S; la liqueur, concentrée dans le vide à 40° après neutralisation par le carbonate ammonique, donne un résidu qu'on reprend par l'alcool concentré pour dissoudre l'urée. Cette recherche a toujours été négative.

» En même temps que l'urée, l'azotate de mercure précipite beaucoup de corps basiques, quoiqu'il ne les sépare pas tous du bouillon.

» H. *Extraction et séparation des bases*. — La méthode que nous allons donner et qui est due à l'un de nous (*A. Gautier*) est pour sa plus grande part nouvelle et d'une application très générale, même aux végétaux.

» Dans le cas de la viande on précipite, par l'acétate de plomb neutre, le bouillon concentré au $\frac{1}{8}$, dans le vide à 100°, puis refroidi; on filtre, lave et concentre encore de moitié. Le précipité plombique ainsi obtenu contient, en petite quantité, des corps salifiables, que l'on peut enlever au moyen d'une lessive faible de potasse et qui précipitent à froid ou à chaud de leur solution potassique préalablement saturée d'acide acétique lorsqu'on l'additionne d'acétate de cuivre (1).

» La liqueur, séparée du précipité plombique précédent est privée de plomb par H^2S, concentrée de moitié et dialysée. Toutes les bases passent à travers le dialyseur, la gélatine et les corps analogues restent.

» Le partie dialysée, concentrée et acidulée d'acide nitrique, est précipitée par le phosphomolybdate de sodium en liqueur acide (2). Il se fait un abondant et dense précipité jaune de phosphomolybdates des bases, précipité que l'on sépare et lave presque aussitôt à l'acide nitrique très étendu puis à l'eau bien exactement (3).

» Tous les alcaloïdes sont ainsi précipités, y compris les bases créatiniques et xanthiques, et l'ammoniaque elle-même.

» Le précipité molybdique *bien lavé* est alors mis à bouillir quelques instants, non pas avec de la chaux ou de la baryte, ainsi qu'on l'a fait jusqu'ici à tort, mais avec une solution d'acétate neutre de plomb en excès. Les phosphomolybdates sont décomposés; il se fait du phosphate et du molybdate de plomb, tandis que les bases, avec la majeure partie de la xanthine et de la carnine, passent dans la liqueur qui devient acide (4).

» Après avoir enlevé à la liqueur filtrée l'excès de plomb et des traces de molybdène par H^2S employé à chaud, on procède comme il suit à la

---

(1) La potasse dissout généralement, dans ce cas, un peu de plomb qui précipite lorsqu'on sature la liqueur alcaline. Les bases ainsi séparées du plomb, sont en minime quantité. On les réunit aux *Bases* B (voir plus loin).

(2) *Phosphomolybdate sodique :* 160gr. — *Acide nitrique :* 150gr. — *Eau:* quantité nécessaire pour faire un litre.

(3) La précipitation des bases se continue souvent durant plus de vingt-quatre heures, et l'on peut recueillir un peu d'un nouveau précipité jaune, dense, adhérent au verre. Mais il vaut mieux séparer d'abord la grosse partie du précipité de la liqueur qui bleuit par réduction d'un peu de molybdate.

(4) Le précipité jaune de phosphomolybdate de plomb devient blanc gris ou café au lait ou bleuâtre après ébullition avec l'acétate de plomb. Il peut contenir une *trace* des bases aptes à précipiter par l'acétate de cuivre. On les enlève, au besoin, en traitant ce précipité plombique par SO^6H^2 étendu, puis traitant la liqueur acide à chaud par H^2S et enfin saturant par la baryte. Les bases restent dissoutes.

séparation des bases ou des groupes de bases passées à l'état d'acétate.

» On évapore dans le vide à 100° la liqueur contenant ces bases, et l'on reprend le résidu par l'alcool à 50° C. Il laisse un résidu (*Bases* A).

» *Bases* A. — Ce résidu contient la majeure partie de la xanthine, sarcine, guanine, carnine et bases analogues, ainsi que la créatine, et la créatinine s'il en existe. On traite par l'ammoniaque faible qui dissout les premières sans toucher aux bases créatiniques. On sépare les bases xanthiques entre elles en laissant évaporer l'ammoniaque : l'adénine et la guanine se séparent; la sarcine et la xanthine restent dissoutes. On précipite la xanthine par le sous-acétate de plomb ammoniacal, la sarcine reste dans la liqueur.

» *Bases* B. — La liqueur alcoolique qui avait laissé indissoutes les *Bases* A précédentes est neutralisée, concentrée et traitée par le chlorure mercurique. Ce sel précipite une série d'autres bases et laisse une liqueur (*Bases* C). Le précipité mercuriel est lavé et décomposé par l'hydrogène sulfuré. La liqueur filtrée bouillante donne :

» 1° Des bases précipitables par l'acétate de cuivre à froid (ce précipité n'est complet qu'après vingt-quatre heures). Les bases, ainsi précipitées par le cuivre, mises en liberté par H^2S, sont acides et donnent des chloroplatinates solubles et cristallisables. Elles rappellent par leurs propriétés les acides carbopyridiques.

» 2° Des bases précipitables par l'acétate de cuivre à chaud seulement. Ce sont des bases xanthiques; elles en possèdent tous les caractères.

» 3° Des bases que l'acétate de cuivre ne précipite pas. C'est le groupe le plus important. On sépare des liqueurs qui les contiennent l'excès de cuivre par H^2S, et l'on évapore à sec. En reprenant par l'alcool, il peut rester de la guanine, de la créatinine et même de la créatine, tandis qu'il se dissout des bases telles que la névrine $C^5H^{13}AzO$, la choline $C^5H^{15}AzO^2$, les butylènediamines et analogues, la neuridine $C^5H^{14}Az^2$, les éthylènimines, les bases hydropyridiques et homologues, ainsi que des alcaloïdes qui donnent abondamment du pyrrol lorsqu'on les distille avec la chaux. Tous ces corps sont très vénéneux.

» *Bases* C. — La liqueur alcoolique d'où les *Bases* B ont été précipitées par le $HgCl^2$ est privée d'alcool par distillation et traitée par l'hydrogène sulfuré, puis par l'acétate de plomb; la liqueur filtrée, débarrassée de métaux par H^2S, est évaporée. Les dernières bases y sont contenues dès lors de nouveau principalement à l'état d'acétates. On évapore à sec; la créatine et les bases analogues restent lorsqu'on reprend le résidu par l'alcool faible. La liqueur, privée d'alcool, contient les autres bases : oxy-

éthylènamine, méthylguanidine, etc., que l'on sépare, suivant les cas, par l'emploi successif de l'acide picrique en liqueur acide, et surtout par cristallisations fractionnées à l'état de chloroplatinates. Presque toutes ces bases non précipitables par le $HgCl^2$ sont vénéneuses. Elles sont moins abondantes que les précédentes.

» I. *Gélatine, peptones, matières extractives.* — La gélatine du bouillon provient surtout de l'action de l'eau bouillante sur les collagènes de la viande. Elle peut se séparer du bouillon concentré, grâce à sa non-dialysabilité, et se précipiter alors par le phosphomolybdate. On la met en liberté par ébullition de ce précipité avec l'acétate de plomb.

» Les matières extractives indéterminées se retrouvent dans la partie du bouillon non précipitable par le réactif précédent; on sépare la liqueur, on la porte à 100° en présence d'un léger excès de baryte, on filtre, on enlève la baryte par SO^4H^2, enfin on évapore, sèche, pèse et soustrait les sels minéraux et autres composés déjà dosés.

» Les peptones n'existent dans le bouillon qu'en quantité peu sensible.

» K. *Graisses et autres substances solubles dans l'éther.* — La viande à dégraisser doit être pulvérisée, séchée et épuisée à l'éther ordinaire dans l'extracteur continu. L'éther enlève, outre les corps gras, quelques autres substances qui se dissolvent aussi dans l'eau (acides lactique et analogues, lécithines, etc.). On sèche les graisses dans l'acide carbonique.

» L. *Glycogène, glycose.* — On concentre rapidement dans le vide, à 40°, le bouillon répondant à 300^{gr} de viande et, sans filtrer, l'on précipite par l'iodure double de mercure et de potassium avec additions successives d'acide chlorhydrique. Après filtration, on ajoute à la liqueur quarante fois son volume d'alcool absolu. Le précipité qui se dépose peu à peu est redissous dans l'eau bouillante et la liqueur, réduite à 50^{cc}, est additionnée de 4^{cc} d'acide chlorhydrique d'un poids spécifique de 1,09; le tout est mis à digérer trois heures à 95°. Dans ces conditions, le glycogène passe tout entier à l'état de glycose, que l'on dose par le réactif cupropotassique grâce au procédé des touches au ferrocyanure [1].

» La glycose se recherche, dans le bouillon, par les méthodes ordinaires.

» M. *Ammoniaque et sels ammoniacaux.* — Après faible acidulation, le bouillon concentré au cinquième dans le vide à 45°, est placé sous une

---

[1] On ne doit pas, comme on le fait généralement, compter comme glycogène la totalité du précipité que donne l'alcool absolu. La méthode de Brucke, même modifiée par Boehm, donne des résultats trop élevés.

cloche de verre posée sur le mercure dans une large capsule, et au-dessus d'un vase à acide sulfurique décime titré. On fait un vide partiel dans la cloche en aspirant un peu d'air, et par un entonnoir à robinet on laisse couler dans le bouillon concentré un lait de chaux clair. Au bout de huit jours on titre de nouveau l'acide sulfurique. La différence des deux titrages donne l'ammoniaque totale.

» N. *Sels solubles et insolubles.* — Ils ont été dosés par les méthodes habituelles.

» O. *Gaz.* — Ils étaient extraits en général chaque jour par la pompe à mercure. On y reviendra.

» R. *Acidité.* — L'acidité a été prise, dans les extraits faits à froid ou à chaud, en se servant de phtaléine. On soustrayait, pour le calcul, la petite quantité de soude titrée nécessaire pour amener le virage du réactif dans un même volume d'eau distillée.

» Q. *Acide lactique libre; lactates.* — L'acide lactique libre était directement extrait par l'éther du résidu du bouillon; celui des lactates était ensuite mis en liberté par un peu d'acide chlorhydrique, évaporation et extraction nouvelle par l'éther.

» Dans une partie mise à part on cherchait qualitativement les lactates par la méthode d'Uffelmann (phénol et Fe^2Cl^6 très étendus, dont la couleur améthyste passe au jaune par une trace d'acide lactique).

» Après avoir fait connaître nos méthodes et résumé nos résultats dans un Tableau d'ensemble, il nous reste à en tirer les conclusions. C'est ce que nous ferons dans une prochaine Communication. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le* Bramus, *nouveau type de Rongeur fossile des phosphorites quaternaires de la Berbérie;* par M. **A. Pomel.**

« Les faunes fossiles de petits Vertébrés ne sont pas faciles à reconstituer, surtout parce que leurs débris osseux échappent, par leur exiguïté, aux recherches des naturalistes. Il faut, pour que ces débris attirent l'attention, qu'ils se montrent réunis en quantité considérable dans les gisements qui les renferment. C'est le cas qui se présente en Algérie et en Tunisie, dans quelques dépôts récents exploités ou recherchés comme gisements de phosphorites, soit dans des fentes de rochers, soit dans des grottes ou dans des cavernes; sauf la question de leur ancienneté, ces dépôts rappellent ceux des Causses du Rouergue, qui contenaient tant de

richesses paléontologiques; la roche plus ou moins concrétionnée est parfois uniquement constituée par un magma de petits ossements plus ou moins brisés, enchevêtrés sans ordre et sans connexions, et séparés de leur épiphyse, lorsqu'ils n'appartenaient pas à des animaux adultes. Il est le plus souvent très difficile de les retirer de leur gangue à cause de leur fragilité et de leur adhérence à la concrétion qui les enduit sans garnir toujours leurs intervalles. Il me paraît qu'on ne peut attribuer ces accumulations qu'aux Rapaces nocturnes qui venaient dans ces refuges de jour achever tranquillement leur digestion. On sait que ces oiseaux engloutissent leurs petites proies sans les dépecer et que les résidus de la digestion sont rassemblés en pelotes au centre d'un feutrage de plumes et de poils, et rejetés par la gorge. Ces réjections s'accumulent sous les refuges et, après destruction du feutrage, aidé sans doute par le piétinement des Mammifères qui se réfugient dans les mêmes abris, elles constituent le magma osseux, auquel peut venir s'ajouter le guano des Chauves-souris et autres animaux cohabitants.

» Le gisement qui fait principalement l'objet de cette Note m'a été signalé dans le pays des Trara de Nédroma, vers Ain-Mefta, par M. Mercier, contrôleur des mines, qui s'occupe surtout de la question des phosphorites du sud de la Tunisie. M. le contrôleur Drot, en résidence à Tlemcen, sur la recommandation de M. l'ingénieur en chef Pouyanne, mon collègue du service géologique de l'Algérie, a bien voulu aller sur place recueillir des échantillons de la roche et des fossiles, pour être soumis à une étude attentive de laboratoire.

» Ce qui m'avait particulièrement frappé dans le premier échantillon remis par M. Mercier, c'est une mandibule d'un Rongeur, dont les molaires bien conservées montraient la structure si particulière de celles des types des Campagnols, des Rats d'eau, Ondætra et Lemmings. Or ces types sont absolument étrangers à l'Afrique à notre époque; toutes les citations des anciens catalogues d'espèces africaines de cette famille ont été reconnues erronées. Il devenait donc particulièrement intéressant d'en déterminer l'espèce, pour savoir si elle ne se rapporterait pas à quelqu'une des espèces assez nombreuses qui vivent en Europe, en Asie et même dans l'Amérique du Nord, d'où elle aurait pu émigrer. Il y avait aussi à rechercher si elle ne serait pas identique à celle que G. Cuvier a fait connaître dans ses *Recherches sur les ossements fossiles des brèches de Cette, de Corse et de Sardaigne*, qu'il n'avait pu attribuer à une espèce vivante connue. L'auteur s'est surtout attaché à faire remarquer combien il était intéressant de

constater que le genre Campagnol était étranger à l'époque actuelle à l'île de Sardaigne, où le fossile a dû pulluler. C'est le cas qui se présente pour l'Algérie.

» Mais j'ai pu bien vite constater que le fossile barbaresque n'avait aucune affinité avec les précédents et que, non seulement il était d'espèce distincte, mais encore qu'il était d'un type assez différent pour constituer au moins un sous-genre, et même assez aberrant dans la famille. Il n'en reste pas moins acquis que dans les temps quaternaires la faune barbaresque possédait un représentant plus ou moins approché d'un type organique qui en est actuellement exclu.

» Les molaires montrent sur leur couronne la structure de celles du Rat d'eau, dont elles ont à peu près les dimensions. On y voit une double série d'encoches et d'angles alternatifs qui correspondent latéralement à des arêtes saillantes, 5 en dedans et 4 en dehors à la première dent inférieure, 3 de chaque côté aux deux suivantes inférieures et aux deux premières supérieures et 2 seulement avec arête postérieure à la troisième d'en haut. Chez *Arvicola* cette dernière est beaucoup plus compliquée, ayant trois paires d'arêtes et un fort contrefort postérieur. Dans le fossile les sillons sont moins profonds, à angles moins vifs, ainsi que les arêtes, et les lignes d'émail ne se soudent pas d'un côté à l'autre de la couronne, ainsi qu'elles le font chez *Arvicola;* il en résulte une ligne médiane continue de dentine sur la couronne, au lieu d'une série alternative de petits triangles bordés d'émail ; de sorte que la dent d'*Arvicola* est, en réalité, formée de deux rangées de prismes distincts, tandis que celle du fossile est un prisme unique fortement sillonné sur les côtés. Il y a plus de ressemblance avec certains Gerbilles, qui ont cependant les molaires bien moins prismatiques et autrement constituées.

» Les molaires des *Arvicola* ne sont jamais radiculées, sauf peut-être chez les très vieux sujets. Dans notre fossile, je les ai trouvées toujours radiculées dès qu'elles percent l'alvéole dentaire; leur fût, quoique franchement prismatique, est bien moins allongé. Les deux racines, à la vérité, sont très longtemps ouvertes à leur extrémité, mais elles sont de bonne heure parfaitement distinctes l'une de l'autre. La troisième molaire inférieure, un peu plus arquée que dans *Arvicola,* ne descend pas à la face interne de l'incisive, mais reste tout à fait au-dessus, et ses racines seules s'insinuent un peu latéralement sur cette face.

» L'os mandibulaire présente des différences beaucoup plus importantes. Son apophyse angulaire, restant presque dans le plan général de

l'os, ne fait en arrière qu'une légère saillie bordant la branche montante, qu'elle suit très haut sous le condyle pour se terminer en simple petit cran. Il y a une grande analogie de forme avec ce que l'on voit chez les Castors. Dans *Arvicola,* au contraire, l'apophyse angulaire est basse et se rejette obliquement en arrière en forme de cuilleron fortement crochu et tordu, rappelant du reste, sauf cette torsion, la disposition de cette partie chez les autres Muridés. Les Lemmings constituent un sous-genre de Campagnols hyperboréens, dont une espèce est descendue jusqu'en Auvergne à l'époque du Renne. Ils ne diffèrent d'*Arvicola* que par leur incisive inférieure, ne remontant pas dans la branche montante de la mandibule jusque auprès du condyle, mais s'arrêtant sous la troisième molaire, qui a le fond de son alvéole en dehors et non en dedans du bout de l'incisive comme dans les *Arvicola* typiques. Il n'y a d'autre différence un peu importante que dans le nombre des arêtes de la première molaire inférieure, de six de chaque côté. Notre fossile diffère moins, en cela, des vrais *Arvicola,* chez lesquels la troisième molaire inférieure, au lieu de rester supérieure à l'incisive, descend beaucoup en y formant une forte saillie intérieure, ce qui, avec la disposition de l'apophyse angulaire, donne à leur mandibule un aspect beaucoup plus tourmenté.

» Je possède, d'un gisement voisin, vers El Sarria, chez les Beni-Ouarsous, des portions de crânes qui montrent une autre particularité différencielle très importante. On sait que le trou sous-orbitaire, par sa forme et sa position, joue un grand rôle dans la classification des Rongeurs. Chez les Muridés, c'est une fissure plus ou moins étroite, qui s'élargit vers le haut plus ou moins brusquement à la racine de l'arcade zygomatique. Chez *Arvicola,* la fissure est peu étroite, mais de même forme. Chez le fossile, la fissure a disparu et il ne reste que l'élargissement supérieur qui prend une forme ovalaire et s'arrondit vers le bas, sans toutefois s'être sensiblement agrandi. Ce n'est pas un passage au trou orbitaire des Écureuils et des Castors qui ne représente que la partie en fissure des Muridés, la partie supérieure s'étant oblitérée. Ce serait plutôt une tendance à la structure des Hystricidés, si ce foramen ne restait pas encore relativement très petit. Ces crânes diffèrent, en outre, de ceux des Rats d'eau, en ce que l'intervalle des orbites est bien plus large, médiocrement étranglé en arrière, convexe en travers ou même un peu déprimé vers l'avant, au lieu de présenter une crête médiane saillante, comme dans le crâne du fossile de l'île de Sardaigne.

» Il me semble qu'il ne peut plus rester de doute sur l'autonomie de ce

remarquable fossile, auquel je crois pouvoir assigner une dénomination spéciale : *Bramus barbarus;* mais je suis moins affirmatif sur ses affinités avec la famille des Campagnols, et il y a lieu de croire qu'une connaissance plus complète de son ostéologie ne pourra que renforcer ces dissemblances, en même temps qu'elle nous rendra possible de fixer avec plus de précision sa place dans la série méthodique.

» Les deux gisements qui m'ont fourni les matériaux de cette étude sont situés sur les confins occidentaux de l'Algérie. J'ai retrouvé le même fossile dans un gisement très analogue situé dans la vallée de la Medjerda, en Tunisie, en face de Souk-el-Arba, près des ruines de *Bulla regia,* accompagné de quelques autres espèces de petits Mammifères également trouvés dans les gisements des Traras, tels qu'une Musareigne, et un Rat très voisin, mais différent du *Mus rattus;* ce qui permet d'admettre que la faune dont ces espèces ont fait partie s'étendait dans toute la zone tellienne de l'Algérie et de la Tunisie. Cette faune comprenait aussi quelques grands Mammifères, dont quelques-uns ont de curieuses affinités avec les Ours, mais de proportions très réduites, et les autres avec des Ruminants du groupe des Gazelles et des Tragélaphes. Mais aucun de ces animaux n'est suffisamment déterminé comme espèce pour nous renseigner sur la phase spéciale du temps quaternaire à laquelle appartient cette formation si particulière de phosphorites. J'essayerai dans une autre Communication sur les autres espèces à déterminer, trouvées dans les mêmes gisements, d'établir au moins quelques probabilités; je me bornerai à indiquer ici que je la crois assez ancienne et peut-être de l'âge des dépôts marins à *Strombus mediterraneus* de la côte barbaresque. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Papy** adresse une Note sur la théorie des parallèles.

(Renvoi à l'examen de M. Picard.)

M. **Duponchel** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Théorie rationnelle des cyclones et des orages ».

(Renvoi à l'examen de M. Bouquet de la Grye.)

M. **Paquelin** prie l'Académie de vouloir bien comprendre dans le con-

cours des Arts insalubres un chalumeau à essence minérale et un foyer de fils de platine demeurant incandescent au milieu de l'eau, qu'il a présentés en 1891.

(Renvoi à la Commission du concours des Arts insalubres.)

M. **Paquelin** prie l'Académie de vouloir bien comprendre dans le concours de Médecine et de Chirurgie l'appareil qu'il a présenté dans la séance du 9 août 1891, sous le titre de : « Disposition nouvelle perfectionnée du thermocautère de 1876 ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Andreas Milivoievitch** adresse une Note relative à un moyen de combattre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. **Berthelot** appelle l'attention de l'Académie sur une brochure de M. *B.-H. Thwaite* ayant pour titre : « The calorimetric estimation of fuel and Notes on a new optical pyrometer ».

Dans cette Notice, le savant ingénieur anglais adopte, pour la détermination des chaleurs de combustion, la méthode calorimétrique de M. Berthelot fondée sur l'emploi de la bombe, modifiée et rendue plus économique par M. Mahler.

ASTRONOMIE. — *Sur la flexion du cercle mural de Gambey*. Note de M. **Périgaud**, présentée par M. Wolf.

« Dans une Note insérée au numéro des *Comptes rendus* du 21 octobre 1889, j'ai fait connaître une méthode pour mesurer la flexion du cercle mural de Gambey, indépendamment de la lunette. Pour arriver à la flexion résultant de l'action combinée du cercle et de la lunette, il eût fallu chercher, à part aussi, la flexion de la lunette, par exemple, au moyen de l'appareil de M. Lœwy. Malheureusement, l'instrument ne se

prêtant pas, aisément du moins, à une expérience de ce genre, j'ai dû recourir à un procédé peut-être moins rigoureux, mais très facile, et qui m'a permis de déduire les inconnues cherchées.

» Voici le principe sur lequel je me suis appuyé. Supposons que nous voulions obtenir la flexion instrumentale pour une direction donnée de la lunette. Plaçons sur l'objectif et le micromètre, suivant un diamètre, deux plaques de celluloïd criblées de points très fins, commodes à pointer (voir la Note citée plus haut), et installons deux microscopes en face de ces plaques. Soient l la lecture de la lunette ainsi transformée en cercle et c la lecture des microscopes ordinaires du cercle.

» Faisons tourner d'un angle de 180° et soient l' et c' les nouvelles lectures. Appelons f la flexion du cercle, φ celle de la lunette, on aura

$$c' - c = \alpha + 2f,$$
$$l' - l = \alpha - 2\varphi,$$

α étant le véritable angle de rotation. Soit F la flexion instrumentale, on déduit

$$c' - c - (l' - l) = 2(f + \varphi) = 2\mathrm{F}.$$

» Pour que cette équation s'applique aux observations astronomiques, il faut supposer seulement que, dans la flexion de la lunette, le tube seul se déforme et que le fil mobile demeure rigide. Or cette supposition est ici vraisemblable, car le champ étant d'une faible étendue (16 minutes), le fil de la vis micrométrique n'a guère que $0^{m},02$ de longueur et, par suite, ne doit pas fléchir sensiblement.

» On s'est assuré, de plus, que la vis n'avait pas de mouvement propre, en constatant que la coïncidence du fil mobile avec le fil fixe restait la même dans toutes les positions de l'instrument.

» Au surplus, il importait surtout d'acquérir des résultats précis pour la direction verticale de la lunette et dans ce cas l'hypothèse adoptée devient rigoureusement exacte.

» Les déterminations ont été effectuées dans quatre directions de la lunette, savoir : les trois directions données par les six microscopes ordinaires deux à deux et la direction verticale. Au moyen d'une disposition spéciale due à notre habile constructeur M. Gautier, les traits des extrémités de la lunette ont été pointés dans les trois premiers cas par les microscopes du cercle même, et dans le quatrième par deux microscopes auxiliaires encastrés dans le pilier.

» La lecture à l'index était 15° quand la lunette vise le zénith; voici les valeurs de F obtenues pour les directions ci-après :

285°.........................	$-0'',15$
345.........................	$-0,14$
15.........................	$-0,19$
45.........................	$+0,105$

» Ces résultats extrêmement faibles démontrent que la flexion provenant des effets combinés du cercle et de la lunette est pour ainsi dire négligeable : c'est ce qu'avait prévu Villarceau en remarquant que la lunette devait faire corps avec le cercle auquel elle est accrochée par ses extrémités.

» D'autre part, les observations du ciel réfléchi, corroborées par le collimateur Faye, ont conduit à une formule de flexion $F = a \cos z$, où a possède une valeur très notable. Il faut donc de toute nécessité conclure que cette erreur instrumentale provient de l'axe conique de rotation, lequel, en même temps qu'il tourne sur lui-même, se balance dans son enveloppe.

» Des expériences nombreuses ont confirmé cette manière de voir et appris que ce coefficient a varie avec le serrage de l'écrou qui maintient l'extrémité libre de cet axe. Plus le cercle est libre, plus a augmente.

» On a observé le nadir et le collimateur zénithal successivement avec l'instrument normalement serré et avec l'instrument éloigné du pilier de 1^{mm} environ. Après le desserrage, la lecture au nadir obtenue en premier lieu augmentait de $1''$ et l'angle nadir-zénith croissait de $0'',5$, et la flexion a pour effet précisément dans le cas ordinaire d'augmenter cet angle égal à 180° de $1'',4$.

» Ces effets de flexion sont donc bien dus à l'axe instrumental. Ainsi se trouve expliquée cette flexion anormale maxima pour la direction verticale de la lunette.

» Il est à remarquer que ni les collimateurs horizontaux, ni l'appareil de M. Lœwy n'auraient fait soupçonner l'existence d'une pareille erreur. Il a fallu, pour la révéler, d'abord l'observation d'un grand nombre d'étoiles réfléchies et plus tard l'installation du collimateur zénithal. Les difficultés qu'on rencontrait autrefois pour se procurer un bain de mercure suffisamment calme expliquent d'ailleurs comment une erreur aussi sensible avait pu échapper aux anciens observateurs du cercle de Gambey. »

ASTRONOMIE. — *Sur les apparences actuelles de l'anneau de Saturne.* Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Mouchez.

« En ce moment le plan des anneaux de Saturne passe presque exactement par la Terre, circonstance des plus favorables pour l'observation des phénomènes qui peuvent dévoiler la forme de la section de ces anneaux. On sait bien, en effet, que leurs surfaces ne sont pas exactement planes, mais la position et la grandeur relative des bourrelets sont assez mal connues. Parmi les apparences que je viens d'observer le 21 de ce mois il en est une qui paraît intéressante à signaler sommairement pendant qu'il est encore possible de l'étudier.

» Le Soleil, situé à 3° au-dessous du plan de l'anneau, éclaire sa face australe; et de la Terre on voit cette même face, mais sous une obliquité très grande répondant à un abaissement de 0°23′ par rapport au même plan.

» Dans ces conditions, à la lunette de l'équatorial de la tour de l'ouest, le bras *précédent* de l'anneau n'a rien présenté d'anormal; cependant sa largeur, qui devrait croître un peu en se rapprochant de la planète, va au contraire en s'amincissant légèrement. Pour le bras *suivant* cet amincissement est beaucoup plus prononcé; il commence à $\frac{2}{3}$ de la longueur du bras à partir du bord extérieur, se continue bien graduellement et produit l'apparence d'un coin lumineux, régulier et très aigu, dont le sommet aboutit au globe de la planète. Ce sont là les apparences que j'ai observées à plusieurs reprises depuis le 7 de ce mois. En outre, le 21, ce bras *suivant* présentait une protubérance située à peu près vers la division de Cassini.

» Pour exprimer au mieux et sans figure ce que j'ai aperçu ce jour-là je dirai que cette apparence pourrait être produite par une élévation de niveau bordant la séparation de Cassini et produisant sur la face australe un bourrelet lumineux qui doublait à peu près en ce point l'épaisseur apparente de l'anneau. Sa largeur égalait environ sa hauteur, et son éclat surpassait celui des régions voisines; ce n'était pas un point posé sur l'anneau, mais l'accroissement d'éclat se prolongeait dans toute l'épaisseur de l'anneau. On n'a pu apercevoir rien d'analogue sur le bras *précédent*. Le 21 mai, les images étaient assez belles et ce phénomène a été vu avec les grossissements de 154 et de 332 fois; mais le lendemain je n'ai pu le revoir : les images étaient ce jour-là assez calmes, mais diffuses. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les intégrales de la Dynamique.* Note de M. P. PAINLEVÉ, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note des *Comptes rendus* (mars 1889), M. Darboux a énoncé ce théorème : *Si l'on sait résoudre le problème du mouvement d'un point* M *sur une surface pour une certaine fonction de force, on sait déterminer les géodésiques de cette surface.* Je me propose de généraliser ici cette indication de M. Darboux.

» Soit S un système matériel dont les liaisons sont indépendantes du temps et qui est soumis aux forces données $Q_i(q_1, \ldots, q_k)$. Dans les équations canoniques du mouvement, faisons le changement de variables

$$p_1 = \frac{1}{r}, \qquad p_2 = \frac{u_2}{r}, \qquad \ldots, \qquad p_k = \frac{u_k}{r}, \qquad t = \theta r;$$

si l'on désigne par $\frac{\partial K'}{\partial u_i}$, $\frac{\partial K'}{\partial q_i}$ ce que deviennent les dérivées $\frac{\partial K}{\partial p_i}$, $\frac{\partial K}{\partial q_i}$ de la fonction canonique K quand on y remplace $p_1, p_2, \ldots, p_k$ par $1, u_2, \ldots, u_k$, ces équations s'écrivent

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{r\,d\theta}{\theta\left(-\frac{\partial K'}{\partial q_1} + r^2 Q_1\right)} = \frac{r\,dq_1}{\frac{\partial K'}{\partial u_1}} = \frac{dr}{\frac{\partial K'}{\partial q_1} - r^2 Q_1} = \ldots \\ &= \frac{r\,dq_{i+1}}{\frac{\partial K'}{\partial u_{i+1}}} = \frac{r\,du_{i+1}}{u_{i+1}\frac{\partial K'}{\partial q_1} - \frac{\partial K'}{\partial q_{i+1}} - r^2(u_{i+1}Q_1 - Q_{i+1})} = \ldots . \end{aligned}\right.$$

Soit $f(r, u_2, \ldots, u_k, q_1, \ldots, q_k, \theta) = \alpha$ une intégrale première de ces équations : *à moins que* $r = 0$ *ne soit un point singulier transcendant de* f (pour toutes valeurs de $\ldots, u_{i+1}, \ldots, q_i, \ldots, \theta$), on peut développer f suivant les puissances croissantes (entières ou fractionnaires) de r

$$f = r^{\frac{\mu}{\nu}}\psi(u_2, \ldots, u_k, q_1, \ldots, q_k, \theta) + r^{\frac{\mu+\mu'}{\nu}}\psi'(u_2, \ldots, u_k, q_1, \ldots, q_k, \theta) + \ldots = \varphi\left(1 + r^{\frac{\mu'}{\nu}}\chi\right) \qquad (\mu' > 0).$$

On montre aisément que : 1° $\varphi = \beta$ *est une intégrale des équations* (1), *où l'on annule tous les* Q_i; 2° *que* f *est de la forme* $f = r^{\frac{\mu}{\nu}}(\psi + r^2\psi' + r^4\psi'' + \ldots)$ *ou se décompose en une somme d'intégrales de cette forme.* Il suit de là qu'on peut toujours remplacer f par une intégrale *régulière* dans le voisinage de $r = 0$. Si dans (1) tous les Q_i sont nuls, tous les termes du développement de f sont des intégrales.

» Le point $r = 0$ peut-il être un point transcendant de f? Tout d'abord, observons qu'il existe toujours $2k$ intégrales distinctes de (1) régulières pour $r = 0$, par exemple les intégrales

$$(2)\quad \begin{cases} r^0 = rg(r, \ldots, u_{i+1}, \ldots, q_i, \ldots, \theta, q_1^0), \\ \theta^0 = h(r, \ldots, u_{i+1}, \ldots, q_i, \ldots, \theta, q_1^0), \\ u_{i+1}^0 = l(r, \ldots, u_{i+1}, \ldots, q_i, \ldots, \theta, q_1^0), \\ q_{i+1}^0 = m(r, \ldots, u_{i+1}, \ldots, q_i, \ldots, \theta, q_1^0). \end{cases}$$

Une intégrale f quelconque est égale à $F(r^0, \theta^0, \ldots, u_{i+1}^0, \ldots, q_{i+1}^0, \ldots)$; elle n'admet $r = 0$ comme point transcendant que si $r^0 = 0$ est un point transcendant de F, quels que soient $\theta^0, \ldots, u_{i+1}^0, \ldots, q_{i+1}^0, \ldots$.

Aux $2k$ intégrales (2) correspondent $2k$ intégrales $\varphi = \beta$ du problème des *géodésiques* relatif à S. Ces intégrales ne sont pas nécessairement distinctes; mais nous allons montrer que, moyennant certaines transformations convenables, *on peut toujours de j intégrales distinctes f de* (1) *déduire j intégrales distinctes* φ *des mêmes équations où tous les* Q_i *sont nuls*. Ceci suppose seulement que $r = 0$ ne soit pas un point transcendant de f.

» Il est facile, dans tous les cas, de ramener les j intégrales f à la forme

$$(3)\quad \begin{cases} (i = 1, 2, \ldots, j-1), \quad f_i = \psi_i(u_2, \ldots, u_k, q_1, \ldots, q_k, \theta) + r^2\chi_i, \\ \qquad f_j = r^m[\psi_j(u_2, \ldots, u_k, q_1, \ldots, q_k, \theta) + r^2\chi_j], \end{cases}$$

où m est égal à 0 ou à 1. A ces intégrales correspondent les j intégrales des géodésiques $\varphi_i \equiv \psi_i = \beta_i$, $\varphi_j \equiv r^m\psi_j = \beta_j$. En premier lieu, si ces j intégrales φ ne sont pas distinctes, on peut supposer $m = 1$. Car soit $m = 0$ et $\varphi_{i+1} = F(\varphi_1, \ldots, \varphi_i)$; la fonction $f = F(f_1, \ldots, f_i)$ est une intégrale de (1) qui pour $r = 0$ se réduit à φ_{i+1} et n'admet pas $r = 0$ comme point transcendant; la différence $f' = f_{i+1} - F(f_1, \ldots, f_i)$ qui n'est pas identiquement nulle est de la forme

$$r^\nu\psi'(\ldots, u_{i+1}, \ldots, q_i, \ldots, \theta) + r^{\nu+\nu'}\chi' \qquad (\nu, \nu' > 0);$$

en substituant dans (3) $f'^{\frac{1}{\nu}}$ à f_j et f_j à f_{i+1}, on donne à m la valeur 1. Soit donc $m = 1$; la dernière intégrale φ_j est toujours distincte des précédentes; il suffit de prouver que si i est le nombre des intégrales $\varphi_1, \ldots, \varphi_{j-1}$ distinctes, on peut substituer à (3) un système analogue où ce nombre est augmenté d'une unité. Par hypothèse, on a $\varphi_{i+1} = F(\varphi_1, \ldots, \varphi_i)$; à l'intégrale $f'' = \frac{f'}{f^\nu}$ (où f' a le même sens que tout à l'heure) correspond l'intégrale φ' des géodésiques. Si φ' est distincte de $\varphi_1, \ldots, \varphi_i$, il suffit de substi-

tuer f'' à f_{i+1} pour que le théorème soit démontré; sinon, on raisonne sur f'' comme sur f_{i+1}, et ainsi de suite.

» Je dis que l'on arrive ainsi à une intégrale φ distincte de $\varphi_1, \ldots, \varphi_i$; autrement, si grand que fût x, f_{i+1} vérifierait l'égalité

$$(4) \quad \begin{cases} f_{i+1} = F(f_1, \ldots, f_i) + f_j^{\nu_1} F_1(f_1, \ldots, f_i) + f_j^{\nu_1+\nu_2} F_2(f_1, \ldots, f_i) \\ \qquad + f_j^{\nu_1+\nu_2+\ldots+\nu_x}[F_x(f_1, \ldots, f_i) + f_j^{\nu'} G]; \end{cases}$$

or, si dans f_{i+1} on remplace ν et i des variables $\ldots, u_{i+1}, \ldots, q_i, \ldots, \theta$ en fonction de $f_j, f_1, \ldots, f_i$ (ce qui est toujours possible), la fonction (f_{i+1}) ainsi obtenue n'admet pas $f_j = 0$ comme point transcendant et se laisse développer suivant les puissances croissantes (entières ou fractionnaires) de f_j; mais, d'après (4), les coefficients du développement dépendraient seulement de $f_2, \ldots, f_i$, et l'on aurait $(f_{i+1}) = F'(f_j, f_1, \ldots, f_i)$; les j intégrales f ne seraient donc pas distinctes. La proposition est établie.

» J'ajouterai les remarques suivantes : 1° si les j intégrales f sont *compatibles* [les conditions $(f_i, f_{i'}) = 0$ sont vérifiées], les j intégrales φ sont compatibles; 2° de j intégrales f algébriques et rationnelles par rapport aux p_i, on peut déduire j intégrales φ rationnelles *distinctes*. On sait d'ailleurs, d'après un théorème de M. Kœnigs, que si un problème admet j intégrales algébriques par rapport à p_i, il existe par le fait même des intégrales rationnelles dont j au moins sont distinctes. Enfin, quand dans le voisinage de $p_1 = p_2 = \ldots = 0$, l'intégrale f se laisse développer suivant les puissances croissantes des p_i, ou est le quotient $\frac{P}{Q}$ de deux termes ainsi développés, P et Q ne doivent renfermer chacun que des termes de même parité, sinon on peut déduire de f deux intégrales de la même forme pour lesquelles cette condition est remplie. Cette remarque s'applique notamment aux intégrales rationnelles.

» En définitive, *chaque fois qu'on connaît le mouvement du système* S *pour certaines forces* $Q_i(q_1, \ldots, q_k)$, *on connaît le mouvement de* S *pour* $Q_1 = Q_2 = \ldots = Q_k = 0$. Il faudra donc résoudre avant tout le problème des géodésiques; on donnera aux $2k$ intégrales φ_i de ce problème la forme la plus simple; quels que soient les Q_i, il existe une infinité de systèmes de $2k$ intégrales f distinctes de la forme : $f_i = \varphi_i(1 + r^2\chi_i)$; c'est un de ces systèmes qu'on cherchera à déterminer. Ou bien encore on cherchera un système complet d'intégrales f_i correspondant à un système complet d'intégrales φ_i.

» Quand les forces Q_i sont très petites, $Q_i = \varepsilon z'_i$, f_i est de la forme

$$f_i = \varphi_i(1 + \varepsilon r^2 \psi_i + \varepsilon^2 r^4 \psi'_i + \ldots).$$

Si l'on veut étudier le mouvement dans un intervalle de temps donné, ou encore si les perturbations apportées par les forces Q_i restent très petites dans toute la durée du mouvement, on peut arrêter le développement de f_i au second terme.

» Les résultats précédents renferment comme cas particuliers les théorèmes bien connus de MM. J. Bertrand et de M. Massieu. Il est facile de les étendre au cas où les forces dépendent des vitesses de telle façon que $Q_i = Q'_i + Q''_i$, les Q'_i, Q''_i étant homogènes et respectivement de degré $\mu' = 2$, $\mu'' \neq 2$ par rapport aux p_i (exemple, mouvement d'un point mobile avec frottement sur une surface). Plus généralement, ils s'étendent aux systèmes canoniques pour lesquels la fonction K est homogène et de degré μ par rapport aux variables $p_1, \ldots, p_i, q_{i+1}, \ldots, q_k, t^{-\frac{1}{\mu-1}}$, ou encore par rapport aux variables $q_1, \ldots, q_k, p_1, \ldots, p_k, t^{-\frac{1}{\mu-2}}$. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les équations de la Dynamique.* Note de M. **R. Liouville.**

« Soient $x_1, x_2, \ldots, x_m$ les paramètres qui déterminent les positions des points d'un système matériel S, à un instant quelconque t; $x'_1, x'_2, \ldots, x'_m$ leurs dérivées par rapport à cette variable t. Je suppose que l'intégrale des forces vives existe, et je désigne par T la demi-somme des forces vives, par U la fonction des forces, par h la constante de l'énergie.

» Représentons par ξ une inconnue auxiliaire et considérons l'expression suivante

$$(1) \qquad T - \frac{\xi'^2}{U};$$

la fonction U et les coefficients de la forme quadratique T renferment x_1, $x_2, \ldots, x_m$ d'une façon arbitraire, mais ne contiennent pas ξ.

» J'imagine qu'on regarde

$$T - \frac{\xi'^2}{U}$$

comme étant la demi-somme des forces vives d'un système matériel S_1, auquel ne sont appliquées aucunes forces. Les équations du mouvement

seront, pour ce dernier,

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial T}{\partial x'_i}\right) - \dfrac{\partial T}{\partial x_i} - \xi'^2 \dfrac{\partial U}{U^2\,\partial x_i} = 0 & (1 \leqq i \leqq m), \\ \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\xi'}{U}\right) = 0. \end{cases}$$

» Il y a une intégrale immédiatement visible,

$$\frac{\xi'}{U} = \text{une constante C};$$

je donne à C la valeur 1 et j'ai ainsi une solution particulière, pour laquelle les relations suivantes sont satisfaites,

$$(3)\qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial x'_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial x_i} - \frac{\partial U}{\partial x_i} = 0;$$

or ce sont celles qui définissent le mouvement du système S.

» Les équations (2), qui les comprennent, ne dépendent en rien de la constante h et le choix de celle-ci demeure arbitraire.

» On voit que, s'il s'agit d'étudier, *en général*, le mouvement d'un système de points soumis à l'action de forces qui dérivent d'un potentiel et, notamment, les transformations que peuvent subir les équations de ce mouvement, il est permis de se borner aux cas où les forces s'évanouissent, c'est-à-dire au problème des géodésiques généralisé.

» Les résultats obtenus pour ce dernier problème s'étendent d'eux-mêmes, et sans déterminer la constante de l'énergie, aux cas, en apparence plus généraux, où les forces existent et admettent un potentiel. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Équation approchée de la trajectoire d'un projectile dans l'air lorsqu'on suppose la résistance proportionnelle à la quatrième puissance de la vitesse.* Note de M. DE SPARRE, présentée par M. Resal.

« Le capitaine Zaboudski, de l'artillerie russe, a donné une solution de cette question au moyen des fonctions elliptiques et en partageant, pour les grands angles de projection, la trajectoire en trois arcs. Je vais indiquer les principes d'une méthode qui donne des résultats presque identiques au moyen de fonctions élémentaires.

» Dans le cas où la résistance est proportionnelle à la quatrième puissance de la vitesse, on a

$$J = \frac{i\Delta d^2}{p} A(1 - ay)v^4,$$

où J est l'accélération de la résistance en mètres, p le poids du projectile en kilogrammes, d le calibre en décimètres, i un coefficient dépendant de la forme du projectile, Δ la densité de l'air au point de départ, a un coefficient estimé à 0,00008 par Saint-Robert et destiné à tenir compte de la variation de cette densité avec l'altitude, y l'ordonnée verticale du projectile par rapport au point de départ, A un coefficient constant, v la vitesse du projectile.

» Une formule connue donne

$$(1) \qquad \frac{d^3y}{dx^3} = -\frac{2g^2}{x^4}\frac{1-ay}{\cos^3\theta} \quad (^1),$$

en désignant par θ l'inclinaison sur l'horizon de la tangente, et posant

$$x^4 = \frac{pg}{i\Delta d^2 A}.$$

Mais, si l'on remarque que, pour une valeur donnée de y, les deux valeurs de $\cos\theta$, l'une sur la branche ascendante, l'autre sur la branche descendante de la trajectoire, sont, en général, peu différentes, on pourra poser

---

(1) En remarquant que

$$\frac{1}{dt} = \frac{v\cos\theta}{dx}, \qquad \frac{1}{\rho} = -\frac{\frac{d^2y}{dx^2}}{\left(1+\frac{dy^2}{dx^2}\right)^{\frac{3}{2}}} = -\cos^3\theta\,\frac{d^2y}{dx^2},$$

les deux équations du mouvement

$$\frac{dv\cos\theta}{dt} = -J\cos\theta, \qquad \frac{v^2}{\rho} = g\cos\theta$$

deviennent

$$\frac{dv\cos\theta}{dx} = -\frac{J}{v}, \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{y}{v^2\cos^2\theta}.$$

En différentiant la seconde et ayant égard à la première, on obtient

$$\frac{d^3y}{dx^3} = -\frac{2gJ}{v^4\cos^3\theta},$$

ce qui revient à l'équation (1) du texte.

avec une exactitude suffisante, pour les applications,

$$\frac{1-ay}{\cos^3\theta} = \alpha - \beta y,$$

α et β étant des coefficients constants convenablement choisis. Si alors nous faisons de plus

$$\mu^3 = \frac{2g^2\beta}{x^4}, \qquad \lambda = \frac{\alpha}{\beta}, \qquad z = \mu x,$$

l'équation (1) devient

$$\frac{d^3x}{dz^3} - y + \lambda = 0,$$

et, en tenant compte des conditions initiales, on a pour son intégrale

$$(2) \qquad y = -\frac{\lambda}{3}\eta(z) + \frac{\operatorname{tang}\theta_0}{3\mu}\eta''(z) - \frac{g}{3\mu^2 v_0^2 \cos^2\theta_0}\eta'(z),$$

où l'on a posé

$$\eta(z) = -3 + e^z + 2e^{-\frac{z}{2}}\cos\frac{z\sqrt{3}}{2}.$$

C'est l'équation cherchée de la trajectoire.

» On obtient d'ailleurs des valeurs satisfaisantes pour les coefficients α et β, comme il suit : on prend

$$\alpha = \text{séc}^3\theta_0,$$

puis, comme première approximation de β,

$$\beta = \frac{3g}{2}\left(\frac{1}{v_1^2} + \frac{\text{séc}^3\theta_0}{v_0^2}\right) + \frac{a}{2},$$

où v_1 désigne la vitesse au sommet de la trajectoire, calculée par la formule connue

$$\frac{\chi^4}{v_1^4} - \frac{\chi^4}{v_0^4\cos^4\theta_0} = \left(\frac{3}{2} + \text{séc}^2\theta_0\right)\text{séc}\,\theta_0\operatorname{tang}\theta_0 + \frac{3}{2}\,\frac{\log\operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\theta_0}{2}\right)}{\log e}.$$

Au moyen de cette première approximation et par l'équation (2) de la trajectoire, on calcule la flèche Y de la trajectoire; on prend ensuite comme valeur définitive de β

$$\beta = \frac{\text{séc}^3\theta_0 - 1}{Y} + a.$$

On obtient de cette façon, par des fonctions élémentaires, des résultats presque identiques avec ceux de la méthode de Zaboudski. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches expérimentales sur le matériel de la batellerie*. Note de M. **F.-B. de Mas**, présentée par M. Sarrau.

« Les notions théoriques que nous possédons sur la résistance des fluides sont insuffisantes pour calculer l'effort nécessaire au mouvement d'une embarcation dans l'eau.

» En ce qui concerne les navires de mer, l'étude expérimentale de la résistance des carènes a donné lieu, dans les divers pays, à des travaux nombreux et importants; mais, pour ce qui est des bateaux de navigation intérieure, elle n'a pour ainsi dire pas été abordée.

» Il ne paraît cependant pas possible d'appliquer *a priori* aux bateaux de navigation intérieure les résultats obtenus sur les navires de mer. Ceux-ci sont tout en formes, tandis que ceux-là présentent généralement une longue partie rectangulaire comprise entre deux extrémités plus ou moins affinées de petite longueur. D'autre part, les expériences sur les navires de mer se font à de très grandes vitesses. Il est rare qu'on y considère des vitesses inférieures à 6 nœuds, tandis que cette vitesse de 6 nœuds ($3^{m},084$ par seconde, $11^{km},102$ à l'heure) peut être, au contraire, considérée comme un maximum pour le matériel de la navigation intérieure.

» Des expériences spéciales paraissent donc indispensables; nous les avons entreprises avec l'approbation et aux frais du Ministère des Travaux publics.

» Nous opérons par voie de remorquage direct et nous croyons nous être mis à l'abri des critiques auxquelles cette méthode n'a pas laissé de donner quelquefois prise. Les instruments que nous employons sont, en effet, tellement combinés qu'ils donnent à chaque instant, d'une part, l'effort de traction exercé sur le bateau remorqué; d'autre part, la vitesse relative réelle du bateau et de l'eau.

» L'effort de traction est exercé par l'intermédiaire d'un dynamomètre hydraulique; la pression de l'eau et, par conséquent, l'effort sont mesurés avec un manomètre enregistreur du système Richard.

» Pour déterminer la vitesse de l'eau par rapport au bateau, nous nous servons d'un appareil en tout semblable à l'anémomètre, installé également par MM. Richard frères au sommet de la tour Eiffel, et qui inscrit les vitesses réelles du vent sur un enregistreur de vitesses (Cinémographe) installé dans les bâtiments du Bureau central météorologique.

» Manomètre et Cinémographe enregistrent simultanément toutes les variations de

l'effort et de la vitesse. Lorsque, pendant un temps suffisamment long, l'un et l'autre sont restés constants, ce qui se manifeste par l'horizontalité des lignes tracées sur les enregistreurs, on peut conclure que l'effort est bien celui qui correspond à la vitesse. On a donc les coordonnées d'un point de la courbe de résistance totale, courbe construite avec les vitesses comme abscisses et les efforts de traction comme ordonnées.

» Six bateaux ont été expérimentés en 1890 dans une partie de la Seine où le courant est presque insensible et dont la section peut être considérée comme indéfinie : deux péniches flamandes, une toue de la Saône et trois flûtes de la haute Seine. Les résultats des expériences sont résumées dans le Tableau ci-après, qui donne tout d'abord les dimensions caractéristiques des bateaux. Nous nous bornerons, sur ce point, à rappeler que le *coefficient de déplacement* ou *coefficient d'affinement* d'un bateau est le rapport, toujours inférieur à l'unité, du déplacement réel au volume du parallélépipède rectangle circonscrit à la portion immergée de la coque. D'après les notations indiquées, on a la relation

$$D = \delta \times L \times l \times t.$$

» Le coefficient de déplacement donne, en somme, la mesure des sacrifices faits à la forme dans la construction du bateau.

» Le Tableau en question contient encore pour chaque bateau : 1° la résistance, par mètre cube (ou tonne) de déplacement, à diverses vitesses relatives, renseignement particulièrement intéressant au point de vue industriel; 2° la résistance, à la vitesse de 1^m, par mètre carré de section mouillée au maître couple, c'est-à-dire précisément le coefficient K de l'ancienne formule $R = KB^2V^2$, dans laquelle R est la résistance totale, B^2 l'aire de la section mouillée au maître couple, et V la vitesse relative du bateau et de l'eau.

Dimensions des bateaux et résistance à la traction.	Désignation des bateaux expérimentés. Péniches		Toue	Flûtes		
	Dalila.	Ourouki.	Julie.	Lyonnais.	Julie.	Castor.
Dimensions de la partie immergée :	m	m	m	m	m	m
L. Longueur	38,19	38,00	36,08	37,44	34,49	28,73
l. Largeur au maître-couple.	5,00	4,97	5,02	5,02	5,95	5,02
t. Enfoncement	1,81	1,81	1,36	1,47	1,43	1,65
δ. Coefficient de déplacement	0,99	0,99	0,97	0,94	0,95	0,95
D. Déplacement	342^t	338^t	240^t	260^t	279^t	226^t

Dimensions des bateaux et résistance à la traction.	Désignation des bateaux expérimentés. Péniches		Toue	Flûtes		
	Dalila.	Ourouki.	Julie.	Lyonnais.	Julie.	Castor.
Résistance par mètre cube (ou tonne) de déplacement à la vitesse relative de :	kg	kg	kg	kg	kg	kg
$0^m,50$ par seconde........	0,336	0,356	0,145	0,292	0,358	0,318
$1^m,00$ »	0,994	1,023	0,416	0,761	0,878	0,883
$1^m,50$ »	2,257	2,329	0,979	1,384	1,738	1,880
$2^m,00$ »	4,275	»	1,979	2,595	3,100	3,562
$2^m,50$ »	»	»	3,312	4,269	5,268	5,951
Résistance à la vitesse de $1^m,00$ par mètre carré de section mouillée au maître-couple.	$37^{kg},7$	$38^{kg},4$	$15^{kg},0$	$27^{kg},0$	$28^{kg},4$	$24^{kg},1$

» Comme premier résultat de nos expériences, les chiffres inscrits dans ce Tableau permettent de formuler la proposition ci-après, qui présente déjà un certain intérêt par elle-même, à savoir : *A des vitesses modérées, pratiquées couramment sur nos rivières, pour des bateaux dont le coefficient de déplacement, très voisin de l'unité, varie dans des limites fort restreintes, l'effort de traction par mètre cube de déplacement, soit par tonne de poids total (poids mort et poids utile ensemble), varie encore dans des proportions très étendues, qui peuvent dépasser celle du simple au double.*

» Notre but est, en comparant les courbes de résistance totale obtenues soit avec des bateaux différents, soit avec un même bateau dans des conditions différentes, d'arriver à dégager les divers éléments de cette résistance totale. C'est dans cet esprit que de nouvelles séries d'expériences ont été entreprises en 1891 et sont maintenant continuées. »

PHYSIQUE. — *Sur l'équation caractéristique de diverses vapeurs.* Note de M. CH. ANTOINE.

« En rapportant les chaleurs totales X des vapeurs à leur température t et à leur tension p, on arrive à une relation telle que

$$X = A - G p^n + ct.$$

» Pour les vapeurs, dont Regnault a étudié les chaleurs totales, l'exposant n varie de $n = 0,16$ à $n = 0,70$.

» En posant, comme première approximation,

$$n = 0{,}50,$$

la relation

$$X = c(E - B\sqrt{p} + t)$$

donne des valeurs de X qui rentrent encore dans la limite des erreurs d'observations.

» Avec ces valeurs de X comme abscisses et les valeurs de pv, admises par Zeuner, comme ordonnées, on se rapproche des droites

$$pv = M(X - N);$$

d'où

$$pv = Mc\left(E - B\sqrt{p} + t - \frac{N}{c}\right),$$
$$pv = A\ \ (D - B\sqrt{p} + t);$$

l'équation caractéristique des vapeurs, présentée à l'Académie, le 24 mars 1890, ne serait donc qu'une conséquence de la relation

$$\frac{d(pv)}{dX} = \text{constante (dépendant de la vapeur)}.$$

» En adoptant les atmosphères et les litres comme unités de tension et de volume, les expériences de Regnault conduisent à admettre les valeurs ci-après.

Éther.

$$X = 0{,}48\ \ (202{,}5 - 9{,}68\sqrt{p} + t),$$
$$pv = 0{,}823(383\ \ \ - 9{,}68\sqrt{p} + t).$$

t.	X d'après	la formule de Regnault.	v d'après	la formule de Zeuner.	*t.*	X d'après	la formule de Regnault.	v d'après	la formule de Zeuner.
0....	94,9	94,0	1285	1272	60....	119,0	119,0	155	156
10....	99,1	98,4	843	839	70....	122,7	122,8	118	119
20....	103,2	102,8	571	571	80....	126,4	126,4	92	92
30....	107,4	107,0	398	399	90....	129,9	130,0	72	72
40....	111,3	111,1	285	285	100....	133,4	133,4	58	56
40....	115,2	115,1	208	209	110....	136,7	136,8	47	44

Chloroforme.

$$X = 0,1567(426 - 5,53\sqrt{p} + t),$$
$$pv = 0,627\ (305 - 5,53\sqrt{p} + t).$$

t.	X d'après la formule de Regnault.		v d'après la formule de Zeuner.		t.	X d'après la formule de Regnault.		v d'après la formule de Zeuner.	
0....	66,5	67,0	2405	2366	70....	76,7	76,6	169	169
10....	68,0	68,4	1492	1469	80....	78,1	78,0	128	128
20....	69,5	69,7	960	956	90....	79,5	79,4	99	98
30....	71,0	71,1	638	641	100....	80,9	80,8	78	77
40....	72,4	72,5	441	443	110....	82,2	82,1	62	61
50....	73,9	73,9	312	314	120....	83,6	83,5	50	49
60....	75,3	75,3	227	228	130....	84,9	84,9	41	40

Acétone.

$$X = 0,4125(345,2 - 14,76\sqrt{p} + t),$$
$$pv = 1,20\ (345,2 - 14,76\sqrt{p} + t).$$

t.	X		v		t.	X		v	
20....	147,7	147,6	1814	1751	80....	166,6	166,5	234	231
30....	151,1	151,0	1189	1182	90....	169,3	169,3	175	176
40....	154,4	154,3	813	818	100....	172,0	172,0	136	136
50....	157,6	157,5	578	580	110....	174,5	174,6	107	106
60....	160,7	160,6	413	419	120....	177,0	177,0	85	84
70....	163,7	163,6	304	308	130....	179,4	179,4	70	68

Chlorure de carbone.

$$X = 0,2045(254,3 - 25,23\sqrt{p} + t),$$
$$pv = 0,66\ (221,3 - 25,23\sqrt{p} + t).$$

t.	X		v		t.	X		v	
0....	50,9	52,0	3283	3258	70....	61,7	61,4	217	218
10....	52,7	53,4	2010	1997	80....	62,9	62,6	164	164
20....	54,3	54,9	1282	1278	90....	64,1	63,8	125	125
30....	55,9	56,2	849	847	100....	65,3	64,9	98	97
40....	57,4	57,6	578	580	110....	66,4	66,0	78	76
50....	58,9	58,9	395	409	120....	67,4	67,1	62	60
60....	60,3	60,2	294	295	130....	68,3	68,1	50	48

Sulfure de carbone.

$$X = 0,157(586 - 23,29\sqrt{p} + t),$$
$$pv = 1,012(342 - 23,29\sqrt{p} + t).$$

t.	X d'après la formule de Regnault.		v d'après la formule de Zeuner.		t.	X d'après la formule de Regnault.		v d'après la formule de Zeuner.	
0....	90,5	90,0	1800	1758	70....	97,8	98,2	169	171
10....	91,7	91,4	1196	1171	80....	98,6	99,0	131	133
20....	92,9	92,8	808	803	90....	99,3	99,8	103	104
30....	94,0	94,0	565	565	100....	100,2	100,5	82	83
40....	95,1	95,2	405	407	110....	100,7	101,1	66	66
50....	96,0	96,3	297	300	120....	101,3	101,6	54	54
60....	96,9	97,3	222	225	130....	101,9	102,0	45	44

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Les deux phases de la persistance des impressions lumineuses.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Dans un Mémoire que l'Académie a bien voulu récompenser [1], j'ai étudié, sous le nom de *persistance des impressions rétiniennes,* la phase pendant laquelle une excitation lumineuse, une fois produite, paraît se prolonger *en gardant la même intensité*. J'ai montré que cette phase de prolongation apparente de l'excitation a une durée qui varie en raison inverse de la racine carrée de l'intensité de la lumière excitatrice, et aussi en raison inverse de la racine carrée de la durée de cette lumière. Elle a varié, dans mes expériences, entre $0^s,007$ et $0^s,360$.

» Mais cette première phase est suivie d'une autre pendant laquelle l'impression dure encore, tout en s'affaiblissant, jusqu'à finir par disparaître. Il conviendrait de désigner, sous le nom de *persistance totale,* le temps pendant lequel l'impression lumineuse reste perçue à un degré quel-

---

[1] *Recherches sur la persistance des impressions rétiniennes et sur les excitations lumineuses de courte durée* (*Archives d'Ophtalmologie,* 1890, et brochure à part chez Steinheil).

conque avant de s'évanouir (je néglige les images successives qui peuvent, dans certains cas, reparaître après la première).

» Je me suis proposé de savoir si les influences, dont j'avais étudié l'action sur la première phase de la persistance, agissaient de la même façon sur la durée totale de cette dernière.

» En ce qui concerne d'abord l'influence de l'intensité de la lumière excitatrice, je disposai sur un disque noir un secteur composé d'une série superposée d'anneaux de même grandeur angulaire, mais d'éclairement différent et variant dans le même sens du premier au dernier, en choisissant pour les former des papiers blancs et gris de plus en plus sombres. En faisant tourner uniformément le disque avec une vitesse convenable, on voit à chaque passage du secteur une série d'images superposées, d'étendue angulaire, toujours plus grande que celle du secteur lui-même, mais *variant dans le même sens que la clarté* de la partie correspondante de ce secteur.

» J'ai ensuite remplacé le disque par un fond noir absolu (caisse tapissée de velours noir) en faisant tourner seulement le secteur à anneaux différemment clairs, afin d'éliminer la petite quantité de lumière que réfléchissait le disque.

» J'ai aussi opéré avec un éclairage par transmission, en découpant dans un grand disque noir et opaque un secteur que je recouvrais de papiers translucides plus ou moins nombreux, suivant la distance au centre.

» Dans tous les cas, même résultat : la persistance totale appréciable dure d'autant plus que l'éclairage est plus fort.

» Il y a là un nouveau moyen de comparer l'intensité lumineuse des diverses couleurs. Si l'on fait agir sur l'œil deux couleurs de même durée, elles ne persisteront, pendant le même temps, que si elles sont également intenses. En les disposant l'une au-dessus de l'autre sur le même secteur, on peut facilement comparer la durée de leur persistance totale.

» Seulement, je ne suis pas en mesure de donner, pour le moment, la loi quantitative qui règle cette durée.

» En second lieu, j'ai étudié l'influence de la durée de l'excitation, en me bornant, toutefois, à des durées faibles ne dépassant pas quelques dixièmes de seconde; on sait (*loc. cit.*) que, dans ces conditions, une augmentation de durée agit sur le degré de la sensation comme une augmentation d'intensité; j'ai dit d'ailleurs plus haut que la durée a la même influence que l'intensité sur la phase constante du début de la persistance.

» Dans le cas actuel, j'avais à présenter à l'œil des excitations lumineuses de même intensité, mais de durée inégale, et finissant toutes en même temps; par conséquent, le moment d'apparition des différentes lumières devait commencer d'autant plus tard qu'elles devaient durer moins longtemps.

» Pour arriver à ce résultat, je disposai sur le disque rotatif un secteur blanc, divisé, suivant la hauteur, en trois ou quatre parties d'étendue angulaire variable, diminuant, par exemple, de la partie la plus centrale à la plus périphérique. Le bord terminal du secteur coïncidait avec un seul et même rayon du disque, tandis que le bord initial répondait, pour chaque partie, à un rayon différent. Lorsque le disque tournait, le passage de chacun des anneaux devant le regard commençait à des moments différents, mais finissait au même instant pour tous; on pouvait aisément comparer la prolongation apparente de la partie terminale des diverses parties du secteur.

» J'ai, du reste, modifié cette expérience comme la précédente, c'est-à-dire soit en remplaçant le disque par un fond noir absolu, soit en opérant avec des secteurs translucides éclairés par derrière.

» Or chaque partie du secteur semble d'autant plus se prolonger que sa largeur est plus grande. Nous avons donc le même résultat que pour l'intensité lumineuse, c'est-à-dire que la persistance totale varie dans le même sens que la durée de l'excitation.

» Comme cette durée, de même que l'intensité lumineuse, augmente la force de l'impression ou de la sensation, on peut dire, d'une façon générale, que la persistance totale est d'autant plus longue que l'impression ou la sensation est plus vive.

» Or nous avons vu précédemment que la première phase ou phase constante de la persistance varie justement dans le sens opposé.

» Si de la persistance totale on retranche cette première phase, dans laquelle l'impression semble rester égale à elle-même, il reste pour la phase de décroissance de l'impression une loi facile à déduire de ces deux ordres de faits : c'est que l'expression décroît d'autant plus vite que l'excitation est moins grande.

» Cette phase de décroissance de l'impression lumineuse s'observe très facilement par comparaison, à l'aide du secteur à anneaux multiples que j'ai employé.

» Un dernier fait à signaler est la plus grande durée de la persistance

totale des impressions au centre qu'à la périphérie de la rétine. Leur brièveté notable dans la vision indirecte explique la supériorité de cette dernière pour la perception des objets en mouvement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le soufre mou trempé à l'état de vapeur.* Note de M. **Jules Gal**, présentée par M. Troost.

« Du soufre, chauffé à une température assez élevée, absorbe une certaine quantité de chaleur et passe à l'état de soufre insoluble : il est logique de supposer que la même absorption de chaleur et la même transformation doivent se produire quand on vaporise le soufre; que, par suite, on obtiendra du soufre mou en recevant des vapeurs de soufre à la surface d'un liquide froid. L'expérience, confirmant ces prévisions, réussit également quand on emploie, comme bain de trempe, l'eau, l'acide azotique, plus ou moins étendu, l'acide chlorhydrique, une solution de soude; mais réussit fort mal avec l'ammoniaque.

» Le soufre mou ainsi obtenu se présente sous un aspect particulier, en lames minces et d'une couleur jaune clair, bien différente de la couleur du soufre mou ordinaire. Au microscope, si l'on examine une lame encore peu épaisse, on la voit formée de grains arrondis, transparents, accolés en ramifications réticulées.

» Il est formé par un mélange de soufre soluble et de soufre insoluble; mais le soufre insoluble qu'on en extrait semble intermédiaire entre ceux que fournissent le soufre mou ordinaire et la fleur de soufre : en effet, si on le chauffe à 100° pendant une heure, il en reste encore 13,6 pour 100 à l'état insoluble, au lieu de 0,3 que donnerait le soufre mou ordinaire, et de 23 que donnerait la fleur de soufre (1).

» La proportion de soufre insoluble contenu dans le soufre mou, trempé à l'état de vapeur, varie avec diverses circonstances et notamment avec la température de vaporisation.

» Au-dessous de 200°, il est bien difficile de donner des nombres, car la vapeur, même entraînée par un courant gazeux, est peu considérable, et les lames ne se forment qu'avec une extrême lenteur.

---

(1) Berthelot, *Ann. de Ch. et de Ph.*, 3e série, t. LV, p. 211.

» A des températures plus élevées, fournies par un bain d'huile, j'ai obtenu :

Température.	Proportion de soufre insoluble pour 100.
215°	18
230	22
245	25
260	28
275	31
290	34
305	36
320	37

» Je me propose d'étudier maintenant l'influence de la température du bain de trempe, et surtout l'influence de la nature de ce bain; car j'ai déjà vu que l'ammoniaque donne des résultats inattendus. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques azotates basiques*. Note de MM. G. ROUSSEAU et G. TITE, présentée par M. Troost.

« On a réussi à préparer un grand nombre de sels basiques en chauffant en tubes scellés les dissolutions des sels neutres correspondants, en présence d'un agent capable de saturer l'acide libre à mesure qu'il se sépare (métal, oxyde, carbonates alcalino-terreux, urée); mais il arrive souvent que les précipités formés dans ces conditions sont amorphes.

» L'un de nous a indiqué le principe d'une méthode qui permet d'obtenir à coup sûr des produits nettement cristallisés. Elle consiste à mettre en œuvre, non plus des dissolutions salines plus ou moins concentrées, mais bien les hydrates solides des sels neutres toutes les fois que ceux-ci sont susceptibles de subir la fusion aqueuse. On a réalisé ainsi la formation de plusieurs oxychlorures de fer cristallisé, l'atacamite, d'un nouvel oxychlorure de cuivre, des deux variétés du sous-azotate cuivrique [1].

» Nous avons entrepris de généraliser cette méthode et de l'étendre à la préparation d'un certain nombre d'azotates basiques cristallisés. Tous

[1] G. ROUSSEAU, *Comptes rendus*, t. CX, p. 1032 et 1261; t. CXI, p. 38; t. CXIII, p. 542.

les azotates neutres que nous avons étudiés jusqu'ici se sont comportés conformément à nos prévisions, à l'exception toutefois du nitrate d'argent. Nous avons montré que ce dernier attaque fortement le verre en donnant naissance à un azoto-silicate $7AgO, 3SiO^2, Az^2O^5$ (1).

» Dans toutes les expériences dont la description va suivre, on a chauffé en tubes scellés, à des températures comprises entre 100° et 350°, les hydrates des azotates neutres renfermant 6 molécules d'eau. Sauf dans le cas de l'azotate de chaux, où nous avons dû recourir à l'action de la chaux caustique, nous avons constamment mêlé à l'hydrate solide de petits fragments de marbre destinés à neutraliser l'acide au fur et à mesure de sa mise en liberté.

» *Azotate basique de nickel.* — On ne connaissait jusqu'ici que le composé amorphe $8NiO, 2Az^2O^5, 5H^2O$ obtenu par Habermann en traitant la dissolution du sel neutre par l'ammoniaque.

» Quand on chauffe l'hydrate neutre à 6Aq entre 200° et 300°, on voit se séparer lentement un précipité vert amorphe constitué par de l'oxyde de nickel hydraté. En élevant la température jusqu'au voisinage de 350°, l'oxyde amorphe se métamorphose au bout de deux ou trois jours en beaux cristaux verts, agissant sur la lumière polarisée et dont la composition correspond à la formule $5NiO, Az^2O^5, 4H^2O$ (2). L'eau bouillante ne les décompose pas.

» *Azotate basique de zinc.* — On a décrit un grand nombre de sous-azotates de zinc. Mais, à l'exception du sel $4ZnO, 3Az^2O^5, 3H^2O$ décrit par Gerhardt, qui n'a pas fait connaître les conditions de sa formation, tous ces composés sont amorphes et constituent probablement des mélanges.

» En maintenant en tubes scellés au-dessus de 100° l'hydrate à 6Aq, de l'azotate neutre mêlé à des fragments de marbre, on voit ceux-ci s'attaquer d'autant plus rapidement que la température est plus élevée. A chaud, le contenu des tubes présente alors l'aspect d'un liquide limpide qui se remplit par refroidissement d'un feutrage de fines aiguilles. On les sépare du sel neutre par une série de lavages à l'alcool bouillant. Ces aiguilles, qui présentent des extinctions longitudinales en lumière parallèle, constituent l'azotate basique $5ZnO, Az^2O^5, 6H^2O$ (3).

» L'azotate basique de zinc est décomposé lentement par l'eau froide, plus rapidement par l'eau bouillante, avec formation d'oxyde de zinc hydraté. Cette action destructive, qui paraît avoir échappé à nos devanciers, explique la multitude des composés signalés par eux. Les divers produits qu'ils ont analysés n'étaient vraisem-

---

(1) G. Rousseau et G. Tite, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 294.

(2) Calculé : NiO...... 67,27; H^2O...... 13,09.
Trouvé : NiO...... 68,02, 66,94; H^2O...... 13,68.

(3) Calculé : ZnO.. 65,49; Az^2O^5.. 17,25; H^2O.. 17,25.
Trouvé : ZnO.. 64,54, 65,49; Az^2O^5.. 17,94; H^2O.. 17,76.

blablement que des mélanges renfermant des proportions variables d'oxyde et d'azotate basique.

» *Azotate basique de cadmium.* — Klinger, en chauffant une dissolution d'azotate de cadmium avec de l'oxyde de plomb ou de l'oxyde de cadmium, a obtenu le sel cristallisé $2CdO, Az^2O^5, 3H^2O$. De son côté, M. Ditte a un sel basique analogue en calcinant modérément à l'air libre l'azotate neutre cristallisé.

» L'azotate neutre de cadmium, chauffé en tubes scellés avec du marbre, ne subit qu'une décomposition insignifiante jusque vers 250°. Aux températures supérieures, et notamment entre 300° et 350°, on obtient, après deux jours, une cristallisation assez abondante d'azotate basique. Les parois des tubes sont fortement corrodées et revêtues d'un enduit cristallin de silicate de cadmium sur lequel nous reviendrons prochainement. On épuise à plusieurs reprises le contenu des tubes par l'alcool bouillant; on obtient ainsi de belles lamelles de sel basique, mêlées de quelques écailles de silicate qu'on trie à la pince et qu'on achève de séparer du silicate pulvérulent à l'aide d'un tamis.

» Cet azotate basique a pour formule $5CdO, 2Az^2O^5, 8H^2O$ (1). Il est en magnifiques lamelles d'un blanc nacré présentant des extinctions longitudinales en lumière parallèle. L'eau froide le détruit presque instantanément en le transformant en oxyde hydraté amorphe.

» *Azotate basique de chaux.* — Nous avons obtenu un sous-azotate de chaux cristallisé en chauffant l'hydrate du sel neutre avec une petite quantité de chaux. L'azotate neutre en dissout une quantité d'autant plus grande qu'on le soumet à une température plus élevée. On réussit à transformer toute la chaux employée en azotate basique si l'on a soin de n'en mêler que 2 à 3 décigrammes au contenu de chaque tube (25 à 30 grammes de sel neutre) et de chauffer le tout pendant deux jours entre 180° et 200°.

» La masse, reprise par l'alcool, laisse des aiguilles à extinctions longitudinales de l'azotate basique $2CaO, Az^2O^5, 2H^2O$ (2). L'eau les détruit rapidement.

» Nous continuons ces recherches (3). »

CHIMIE. — *Sur la préparation et les proprietés du cyanure d'arsenic.* Note de M. E. Guenez, présentée par M. Henri Moissan.

« On a déjà réalisé la combinaison du cyanogène avec plusieurs métalloïdes; on connaît, en effet, le cyanure de phosphore découvert par

---

(1) Calculé : CdO, 64,00; H^2O, 14,5.
Trouvé : CdO, 64,23; H^2O, 14,28.

(2) Calculé : CaO, 43,75; H^2O, 14,06.
Trouvé : CaO, 44,02; H^2O, 14,10.

(3) Ce travail a été fait au laboratoire d'enseignement et de recherches chimiques de la Sorbonne.

Huebner et Werhane ([1]), qui l'ont obtenu en faisant réagir le trichlorure de phosphore sur le cyanure d'argent.

» Le cyanure de soufre et le cyanure de sélénium ont été préparés par la même méthode, mais ils n'ont été que peu étudiés jusqu'à présent.

» J'ai pensé qu'il ne serait pas sans intérêt de compléter l'étude de ces composés et de chercher à obtenir ceux qui ne sont pas encore connus.

» Dans ce but, j'ai appliqué une réaction entièrement différente de celle qui a été employée jusqu'ici, et qui consiste à faire réagir l'iodure de cyanogène sur le métalloïde pris à l'état de liberté.

» Cette réaction peut être représentée, d'une manière générale, par l'équation suivante

$$2M^n + n(CyI) = MCy^n + MI^n,$$

M représentant le métalloïde employé et n l'atomicité de ce métalloïde.

» Dans le cas de la préparation du cyanure d'arsenic, l'équation devient

$$2As + 3(CyI) = AsI^3 + AsCy^3.$$

» Pour effectuer cette préparation, on place dans un matras de Wurtz très résistant de l'arsenic en poudre impalpable et de l'iodure de cyanogène parfaitement sec employé en léger excès, soit 7^{gr} d'arsenic pour $22^{gr},9$ d'iodure de cyanogène.

» On verse sur ces substances 60^{cc} à 70^{cc} de sulfure de carbone pur, que l'on a desséché par une agitation prolongée avec de l'anhydride phosphorique et filtré dans une atmosphère d'acide carbonique sec.

» Enfin, le matras lui-même est rempli d'acide carbonique et scellé à la lampe.

» La réaction commence à froid et l'on voit apparaître, après quelques heures de contact, des cristaux d'iodure d'arsenic. Néanmoins, il est nécessaire de chauffer au bain-marie pendant un temps assez long, pour transformer complètement l'arsenic en iodure et cyanure.

» Cette transformation est terminée après 20^h ou 30^h environ.

» Il est préférable de ne pas chauffer le matras sans interruption. En le laissant refroidir, toutes les 7^h ou 8^h, on peut sans danger l'agiter fortement, de manière à diviser le mélange d'arsenic et de cyanure d'arsenic qui se rassemble au fond du matras.

» Lorsque tout l'arsenic est entré en réaction, on ouvre le matras dont le contenu est placé dans un appareil à épuisement et lavé au sulfure de carbone jusqu'à disparition complète de l'iodure d'arsenic.

» L'appareil doit avoir une disposition permettant de maintenir constamment le produit à purifier à la température d'ébullition du sulfure de carbone.

([1]) Huebner et Werhane, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXXVIII, p. 254, et t. CXXXII, p. 277.

» La partie insoluble est séchée dans un courant d'acide carbonique sec et conservée dans des flacons ou des tubes scellés également remplis du même gaz.

» Le cyanure d'arsenic ainsi obtenu se présente sous l'aspect d'une poudre cristalline légèrement jaunâtre; examiné au microscope, il est nettement cristallisé et coloré en jaune foncé à la lumière transmise.

» Sa composition répond à la formule $AsCy^3$, d'après les nombres trouvés à l'analyse :

	Trouvé	Calculé pour $AsCy^3$.
As	49,83	49,02
C	22,15	23,52

» L'action rapide de l'humidité atmosphérique sur ce produit explique la différence légère qui existe entre les nombres théoriques et les résultats trouvés. Si, en effet, l'on exécute sur un même échantillon une série d'analyses à plusieurs jours d'intervalle, on constate que le poids de carbone va toujours en diminuant. C'est ainsi que j'ai obtenu les nombres suivants :

	C. pour 100.
Deuxième analyse	20,30
Troisième analyse	19,41
Quatrième analyse	18,90

» Le cyanure d'arsenic est décomposé instantanément par l'eau, qui le transforme en acide arsénieux et en acide cyanhydrique, suivant l'équation

$$2AsCy^3 + 3H^2O = 6CyH + As^2O^3;$$

soumis à l'action de la chaleur, il laisse dégager à l'état gazeux environ le tiers du cyanogène qu'il contient et donne, comme résidu, un mélange d'arsenic métallique et de paracyanogène.

» L'acide sulfurique concentré n'a qu'une action légère à froid, mais, si l'on élève la température, il se produit un abondant dégagement d'acide sulfureux mélangé d'oxyde de carbone, pendant que l'azote passe à l'état de sulfate d'ammoniaque.

» Traité par l'iode, le cyanure d'arsenic donne de l'iodure d'arsenic et de l'iodure de cyanogène. Cette réaction, qui commence à la température ordinaire, est instantanée si l'on chauffe, et se fait avec une énergie telle, qu'il n'y a pas d'iode volatilisé. Enfin, mélangé à du chlorate de potassium, il détone avec violence sous le choc d'un marteau.

» Je me propose de poursuivre les recherches que j'ai entreprises sur ce composé et d'étudier notamment son action sur les composés organiques chlorés, bromés et iodés.

» L'action de l'iodure de cyanogène sur d'autres métalloïdes m'a déjà fourni d'intéressants résultats et m'a permis d'obtenir un cyanure de phosphore cristallisé en longues aiguilles incolores, présentant toutes les propriétés de celui qui a été préparé par Huebner et Werhane au moyen d'une autre méthode (1). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche du fluor dans les os modernes et les os fossiles*. Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« La présence du fluorure de calcium dans les os modernes, annoncée par quelques chimistes, niée par d'autres, a été établie avec certitude, au point de vue qualitatif, par M. Fremy dans son important travail intitulé : *Recherches chimiques sur les os* (2); mais le savant auteur de ce Mémoire faisait remarquer qu'on ne connaissait alors « aucune méthode analytique » permettant d'apprécier d'une manière exacte la quantité de ce sel conte- » nue dans la substance osseuse ».

» On doit à M. Chevreul la constatation déjà ancienne de l'existence du fluor dans les ossements fossiles. Girardin et Preisser l'ont également signalée dans leur *Mémoire sur les os anciens et fossiles* (3); mais leurs dosages de fluor laissent à désirer.

» Il paraissait donc utile de reprendre la question au point de vue spécial de la recherche du fluor. Tel est l'objet des analyses qui suivent et qui ont été exécutées avec grand soin, sur les cendres d'os modernes et d'os fossiles.

1° *Os modernes.*

I. Os humain; corps du fémur.
II. Os humain; tête du fémur.
III. Fémur de bœuf.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 1855; t. I, p. 47.

(3) *Ibid.*, 1843; t. III, p. 370.

	I.	II.	III.
Phosphate de chaux	87,45	87,87	85,72
Phosphate de magnésie	1,57	1,75	1,53
Fluorure de calcium	0,35	0,37	0,45
Chlorure de calcium	0,23	0,30	0,30
Carbonate de chaux	10,18	9,23	11,96
Oxyde de fer	0,10	0,13	0,13
Total des éléments dosés	99,88	99,65	100,09

IV. Os de lamantin moderne.
V. Fémur d'éléphant (de Siam).
VI. Dent d'éléphant (dentine).
VII. Défense d'éléphant (ivoire).

	IV.	V.	VI.	VII.
Phosphate de chaux	81,82	90,03	86,67	82,08
Phosphate de magnésie	2,62	1,96	3,82	15,72
Fluorure de calcium	0,63	0,47	0,43	0,20
Chlorure de calcium	0,36	0,20	0,39	traces
Carbonate de chaux	14,25	7,27	8,60	2,04
Oxyde de fer	0,15	0,15	0,20	0,08
Total	99,83	100,08	100,11	100,12

» M. Fremy a montré, par un grand nombre d'analyses, que les proportions relatives de phosphate et de carbonate de chaux présentent une constance remarquable dans les différentes parties d'un même os, dans les différents os d'un même individu et dans les os des animaux d'espèces très diverses. Les analyses que nous venons de donner confirment cette observation ; elles permettent, en outre, de l'étendre au chlorure et au fluorure de calcium, qui présentent, comme les autres sels, une grande constance dans les os.

» Quelques écarts méritent cependant d'être signalés :

» Les dents et surtout les défenses de l'éléphant renferment une quantité de magnésie tout à fait exceptionnelle et une proportion minime de chlore et de fluor.

2° *Os fossiles.*

I. Os d'herbivore trouvé dans les tourbières de Scanie, quaternaire.
II. Os de bœuf du gisement de Cindré (Allier), quaternaire.
III. Os de lamantin d'Étréchy (Seine-et-Oise), tongrien.

	I.	II.	III.
Phosphate de chaux	67,90	79,05	71,39
Phosphate de magnésie	1,97	0,65	2,27
Phosphate de fer	7,62	1,06	6,86
Fluorure de calcium	0,88	1,70	3,82
Chlorure de calcium	0,44	0,48	0,30
Carbonate de chaux	20,00	15,98	15,68
Silice	0,75	0,10	0,35
Total des éléments dosés.	99,56	99,02	100,67

» En comparant ces analyses à celles des os modernes, on voit que la proportion de phosphate de chaux a un peu diminué, tandis que celle de carbonate a augmenté. Le phosphate de magnésie a très peu varié. Le phosphate ferreux a dû se former au détriment du phosphate de chaux; il apparaît nettement en petits grains bleuâtres, lorsqu'on traite la cendre d'os par un acide faible.

» Le chlorure de calcium n'a pas sensiblement varié. Le fluorure de calcium, au contraire, a augmenté dans des proportions surprenantes; certains os en contiennent dix fois autant que les os modernes. Cela ressortira mieux encore d'une série très nombreuse d'essais, que nous ne tarderons pas à terminer, sur des ossements fossiles appartenant aux différents âges géologiques, depuis le silurien jusqu'au quaternaire. Nous ne citerons ici que quelques exemples :

		PhO^5.	Fl	ou CaFl.
IV.	Os de lamantin, du cailloutis de Gourbesville (Manche), miocène	30,40	2,51	5,15
V.	Os de lamantin, des gisements de Charlestown (Caroline du Sud)	30,15	3,03	6,21
VI.	Défense d'*Elephas meridionalis* de Saint-Prest (Eure-et-Loir), pliocène	38,40	2,11	4,22
VII.	Défense de mastodonte de Simorre, près Sansan (Gers), miocène	36,40	2,59	5,30

» Les modifications qui se sont produites dans la composition des os fossiles ne peuvent évidemment être attribuées qu'à l'action des liquides qui sont venus en contact avec eux. Si nous nous attachons particulièrement au fluorure de calcium, son arrivée peut être attribuée soit à des infiltrations contenant des traces de fluorures alcalins, soit à un transport lent de fluorure de calcium emprunté aux minéraux du voisinage.

» Nous devons attendre l'issue d'expériences de longue durée pour nous prononcer sur cette dernière hypothèse. La seconde pouvant être soumise à une expérimentation beaucoup plus rapide, nous avons constaté que, en effet, une solution étendue de fluorure alcalin donne lieu à la fixation de fluorure de calcium sur le phosphate de chaux des os.

» Il paraît y avoir tendance à la formation d'un fluophosphate cristallin, dont la teneur en fluor s'approche de celle de l'apatite; mais il peut arriver aussi, quelquefois, que la teneur de l'apatite se trouve dépassée par suite de l'action du fluorure alcalin sur le carbonate de chaux libre. Nous avons précisément signalé ce fait dans l'analyse des phosphates sédimentaires de Bellegarde ([1]), nous le retrouvons dans quelques ossements fossiles (celui de Charlestown, par exemple).

» La présence du fluor dans les phosphates sédimentaires peut, sans doute, s'expliquer, dans bien des cas, de la même façon que pour les os fossiles, par une action métamorphique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'apocinchonine et la diapocinchonine.* Note de MM. E. **Jungfleisch** et E. **Léger**.

« En chauffant la cinchonine avec l'acide chlorhydrique de densité 1,125, à 140°-150° pendant six ou dix heures, M. Hesse a obtenu deux bases qu'il a décrites sous les noms d'*apocinchonine* et de *diapocinchonine* (*Annalen der Chemie*, t. CCV, p. 330). Ayant nous-mêmes observé (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 653) que l'apocinchonine prend également naissance dans l'action de l'acide sulfurique chargé d'eau sur la cinchonine, nous avons cru utile d'étudier comparativement l'action de l'acide chlorhydrique et celle de l'acide sulfurique. Les résultats de cette étude font l'objet de la présente Note ([2]).

» Nous dirons, en premier lieu, comment on constate la formation de l'apocinchonine par l'action de l'acide sulfurique sur la cinchonine, les

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 2 mai 1892, p. 1005.

([2]) M. Zorn, le premier (*Journal für prakt. Chem.* [2], t. VIII, p. 279), a fait réagir l'acide chlorhydrique sur la cinchonine; il employait à 140°-150° l'acide au maximum de concentration. L'hydrochlorapocinchonine qu'il a obtenue nous paraît se rapprocher de l'hydrobromocinchonine que l'on a étudiée depuis; elle procéderait donc de réactions autres que celles dont il s'agit plus particulièrement ici. Nous y reviendrons.

circonstances expérimentales étant celles que nous avons indiquées (*Comptes rendus*, t. CV, p. 1257). Lorsqu'on sépare les produits de cette action, l'apocinchonine se trouve mélangée aux alcalis insolubles à la fois dans l'éther et dans l'alcool faible. Pour l'isoler, on dissout dans l'alcool fort et bouillant l'ensemble des bases insolubles à l'éther, on concentre la liqueur alcoolique à plusieurs reprises, par distillation, en recueillant après chaque concentration la cinchonibine et la cinchonifine qui, peu solubles, cristallisent par refroidissement; l'apocinchonine, beaucoup plus soluble dans l'alcool froid, reste dans les liqueurs avec les oxycinchonines et d'autres matières. Lorsque le résidu concentré donne par refroidissement une cristallisation plus abondante qu'auparavant, on l'additionne d'un peu d'alcool et on le mélange de son volume d'eau; l'apocinchonine, insoluble dans l'alcool à $\frac{50}{100}$, se sépare cristalline, tandis que les oxycinchonines et les autres bases restent dans la liqueur; on la fait recristalliser dans l'alcool fort. On la purifie complètement en la changeant en oxalate, sel aisément purifiable par des cristallisations répétées, en la régénérant et en la faisant cristalliser de nouveau dans l'alcool. La base présente alors des propriétés qui l'identifient avec l'apocinchonine de MM. Hesse et Oudemans. L'identité a été en outre démontrée en comparant le produit ainsi obtenu à celui fourni par l'action de l'acide chlorhydrique.

» Nous avons, en effet, répété les expériences de M. Hesse, en observant exactement les conditions indiquées. Nous avons constaté que la partie du produit qui cristallise dans l'alcool ne renferme pas seulement de l'apocinchonine. Par des cristallisations répétées dans l'alcool fort, en séparant méthodiquement les portions les moins solubles, on en isole un mélange de cinchonibine et de cinchonifine, riche surtout en cinchonifine. Quant à l'apocinchonine proprement dite, on la purifie comme il a été dit plus haut, en la faisant passer à l'état d'oxalate. Les bases contenues dans les eaux mères de l'oxalate fournissent encore un peu de cinchonibine et de cinchonifine. La comparaison des apocinchonines des deux origines a été poursuivie sur un certain nombre de dérivés nouveaux; ceux-ci seront décrits ailleurs. Ajoutons que l'apocinchonine est beaucoup plus abondante après le traitement chlorhydrique qu'après le traitement sulfurique; lors de nos premières expériences, elle s'accumulait dans les eaux mères de la cinchonifine.

» La liqueur mère alcoolique de l'apocinchonine brute a fourni à M. Hesse la diapocinchonine. Tel qu'il a été décrit, cet alcali ne présente

pas les caractères d'une espèce chimique : il serait résineux, jaunâtre, et quatre de ses sels qu'on a préparés étaient tous amorphes comme lui. D'après la préparation indiquée, la diapocinchonine n'est, en effet, autre chose que l'ensemble des alcalis enlevés par l'éther au mélange séparé par l'alcool de l'apocinchonine. Nous l'avons transformée en diiodhydrate et nous avons obtenu des cristaux jaunes, peu solubles, de diiodhydrate de cinchoniline, dont nous avons isolé et caractérisé la base. La matière alcaline, régénérée des eaux mères iodhydriques et saturée par l'acide chlorhydrique, a fourni du chlorhydrate de cinchonigine cristallisé ; enfin, nous avons constaté que l'eau mère de ce second sel contient, avec des matières indéterminées, une base que nous avons signalée déjà comme accompagnant ailleurs, en quantité assez importante, la cinchonigine et la cinchoniline, base que nous avons un peu délaissée, faute de pouvoir en préparer un dérivé cristallisable, mais dont nous venons d'obtenir un chlorozincate cristallisé.

» Il résulte de là que la diapocinchonine est un mélange et non un principe défini.

» D'ailleurs, en appliquant à la totalité du produit de l'action de l'acide chlorhydrique sur la cinchonine le traitement qui nous a servi pour les alcalis engendrés par l'acide sulfurique, on arrive plus aisément encore à en isoler des alcalis identiques à ceux que nous avons obtenus avec l'acide sulfurique. Les quantités relatives sont différentes, il est vrai, mais on sait déjà qu'avec un seul et même réactif, l'acide sulfurique, un changement dans la concentration ou la température modifie beaucoup ces quantités ; or nos expériences avec l'acide sulfurique ont été faites à 120°, et celles de M. Hesse à 140°-150°.

» Une différence est à noter cependant : nous n'avons pu extraire des produits de l'action de l'acide chlorhydrique la moindre trace des oxycinchonines α et β, qui existent dans les bases résultant de l'action de l'acide sulfurique. Or nous avons attribué depuis longtemps la formation de ces oxybases à la production des dérivés sulfonés que l'eau détruirait en donnant un produit d'oxydation à fonction phénolique. Sans discuter ici la valeur des arguments que l'on a opposés à cette hypothèse (*Annalen der Chemie*, t. CCLX, p. 223), nous ferons remarquer que l'absence des oxybases dans les alcalis fournis par l'acide chlorhydrique tend à prouver l'existence d'une action spécifique de l'acide sulfurique, telle que la génération de bases sulfonées. Dans tous les cas, cette absence des oxycinchonines dans les alcalis du traitement chlorhydrique, absence constatée

plusieurs fois avec une même cinchonine qui fournit au contraire les oxybases par l'acide sulfurique, est une réponse décisive à la supposition de M. Hesse que nos oxybases, qu'il n'a pu isoler, préexistaient dans la cinchonine employée par nous.

» En résumé, en laissant de côté les oxybases, l'action de l'acide chlorhydrique sur la cinchonine engendre les mêmes isomères que celle de l'acide sulfurique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pyrocatéchine monosodée.* Note de M. de Forcrand.

» Les dérivés mono et disodiques des trois diphénols isomères : pyrocatéchine, résorcine et hydroquinone, ont été jusqu'ici peu étudiés, sans doute parce qu'ils s'altèrent presque immédiatement au contact de l'air et qu'il est difficile de les obtenir à peu près purs. On connaît cependant des expériences de MM. Berthelot et Werner ([1]) sur les chaleurs de neutralisation de ces phénols par la soude étendue, mais l'étude thermique de ces composés solides n'a pas été faite.

» J'ai pu préparer la pyrocatéchine monosodée de la manière suivante :

» On fait à froid une dissolution de pyrocatéchine dans un léger excès d'alcool éthylique absolu; le ballon qui la contient communique d'un côté avec un appareil producteur d'hydrogène pur et sec, et de l'autre avec un réfrigérant. En outre, il porte une tige de verre pouvant glisser à frottement dans le bouchon et terminée par un panier en fil de platine dans lequel on a placé du sodium (1 équivalent pour 1 équivalent de pyrocatéchine). L'appareil étant plein d'hydrogène et le réfrigérant ascendant, on fait plonger peu à peu le sodium dans le liquide au moyen de la tige de verre extérieure; lorsque le métal est dissous, la pyrocatéchine monosodée forme une poudre blanche en suspension dans l'alcool. On distille ensuite, toujours dans l'hydrogène, en chauffant à 120°-125°. Lorsque la matière est bien sèche on laisse refroidir et l'on brise le ballon pour recueillir rapidement la substance.

» Cette dernière opération est toujours trop lente. Le produit blanc, à aspect cristallin, dans l'hydrogène, se colore bien vite à l'air et prend à la surface une légère teinte grise. L'action prolongée de l'oxygène de l'air donnerait même une masse complètement noire au bout de quelques heures. Cependant, en enfermant rapidement, dans des flacons pleins d'azote, la matière contenue dans le ballon et qui s'en détache facilement, on obtient la pyrocatéchine monosodée à peine teintée de gris, et l'on peut la conserver dans cet état.

([1]) *Comptes rendus,* t. C, p. 586.

Analyse :

		Trouvé.	Calculé pour $C^{12}H^5NaO^4$.
Na pour 100	par l'alcalimétrie......	17,15	17,42
	à l'état de sulfate......	17,37	

» D'ailleurs le rendement est sensiblement théorique.

» Les expériences thermiques ont été faites entre 15° et 20°.

» Chaleur de dissolution : $+ 1^{Cal},29$ ($1^{éq} = 132^{gr} = 4^{lit}$).

» Chaleur de neutralisation :

$C^{12}H^6O^4$ ortho ($1^{éq} = 2^{lit}$) + NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$).................. + 5,96 (1).

» Chaleur de dissolution de la pyrocatéchine : $-3,46$ ($1^{éq} = 110^{gr} = 2^{lit}$) (1).

» D'où l'on déduit :

$C^{12}H^6O^4$ ortho sol. + Na sol. = H gaz. + $C^{12}H^5NaO^4$ sol......... $+ 44^{Cal},29$
$C^{12}H^6O^5$ ortho sol. + $NaHO^2$ sol. = H^2O^2 sol. + $C^{12}H^5NaO^4$ sol... + 12,42

» Chacun de ces nombres surpasse celui que fournit le phénol ordinaire :

$C^{12}H^6O^2$ sol. + Na sol. = H gaz. + $C^{12}H^5NaO^2$ sol.............. $+ 39^{Cal},10$
$C^{12}H^6O^2$ sol. + $NaHO^2$ sol. = H^2O^2 sol. + $C^{12}H^5NaO^2$ sol....... $+ 7^{Cal},23$

de plus de 5^{Cal}.

» Nous remarquons ici, en passant du phénol ordinaire à la pyrocatéchine, le même fait que dans la comparaison des alcools mono et di-atomiques, c'est-à-dire l'exagération de la valeur de la première fonction pour le composé à fonction répétée. L'alcool méthylique et le glycol (liquides) donnaient : $+ 33^{Cal},19$ et $+ 39^{Cal},00$; le phénol et la pyrocatéchine solides fournissent $+ 39^{Cal},10$ et $+ 44^{Cal},29$. Les différences sont du même signe et presque de même valeur ($5^{Cal},81$ et $5^{Cal},19$).

» Faut-il conclure qu'elles ont le même sens et qu'elles ne sont qu'apparentes dans les deux cas? c'est-à-dire qu'elles sont dues à des combinaisons intramoléculaires entre la première fonction substituée et celle qui n'a pas réagi; cette combinaison dégagerait ici environ $+ 5^{Cal},19$.

(1) MM. Berthelot et Werner avaient obtenu + 6,26 au lieu de + 5,96, et — 2,92 au lieu de — 3,46 (*Comptes rendus*, t. C, p. 586); mais ils opéraient à température plus basse : + 10° au lieu de + 20°, et dissolvaient la pyrocatéchine dans une quantité d'eau beaucoup plus considérable : 6 à 7 litres au lieu de 2 litres.

» C'est ce que je me propose de voir en cherchant à préparer le dérivé disodique de la pyrocatéchine et en l'étudiant thermiquement. Si l'on peut étendre aux phénols polyatomiques la théorie que j'ai donnée pour les alcools, la mesure de la valeur de la seconde fonction de la pyrocatéchine donnerait seulement environ $+ 33^{Cal},91$ (soit : $+ 39^{Cal},10 - 5^{Cal},19$), et la valeur *vraie* de chacune des fonctions de la pyrocatéchine serait égale à $+ 39^{Cal},10$, nombre fourni par le phénol. La fonction phénol solide serait ainsi caractérisée par une valeur constante $+ 39^{Cal},10$ environ, de même que les fonctions alcools primaire, secondaire ou tertiaire solides se distinguent aussi par les valeurs constantes : $+ 32^{Cal},00$, $+ 29^{Cal},75$, $+ 27^{Cal},89$.

» J'étudie de la même manière les deux diphénols isomères, la résorcine et l'hydroquinone (méta et para). Dans ces composés il est probable que l'exagération de la première fonction sera beaucoup moins marquée, les deux fonctions phénol n'étant plus voisines, mais séparées par des groupements hydrocarbonés dans la molécule. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les substitutions liées au carbone et à l'azote. Application aux composés explosifs.* Note de M. C. MATIGNON.

« M. Berthelot a montré depuis longtemps que le remplacement d'un atome d'hydrogène par un même radical alcoolique donnait lieu à une augmentation de la chaleur de combustion du corps qui, sans être constante, variait dans des limites très rapprochées et restait voisine de 155^{Cal} par CH^3 substitué. J'ai fait voir récemment [1] que cette augmentation n'était plus la même si le radical alcoolique, au lieu d'être lié au carbone, se trouvait lié à l'azote et j'ai pu énoncer la loi suivante : La substitution d'un radical alcoolique lié à l'azote augmente la chaleur de combustion d'une quantité plus grande que la substitution du même radical lié au carbone; par exemple, pour la substitution méthylée, l'augmentation moyenne avec liaison au carbone est de 155^{Cal}-156^{Cal}, avec liaison à l'azote : elle est supérieure d'environ 8^{Cal} à 9^{Cal} et généralement comprise entre 163^{Cal}-165^{Cal}; dans ce second cas, elle est aussi sensiblement constante, c'est-à-dire à peu près indépendante du second radical divalent lié à l'azote. Il en résulte que la principale cause de la variation réside dans ce fait que le radical s'introduit dans la molécule par l'intermédiaire de l'azote au lieu de le faire à l'aide du carbone.

(1) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 550.

» Si l'on admet simplement que l'union des atomes pour constituer la molécule se fait comme il résulte de la notion de valence (par conséquent indépendamment des hypothèses que l'on peut faire pour représenter la disposition atomique dans l'espace), et si l'on remarque en outre que la liaison qui unit le radical se produit dans un cas par un échange de valences entre les deux atomes identiques C–C, et, dans le second cas, entre deux atomes différents Az–C, on est en droit de se demander si cette identité et cette différence ne sont pas les causes principales de la dissemblance constatée dans les variations d'énergie : l'échange de valences entre deux atomes différents donnant lieu à un travail accompli plus faible. Les dérivés nitrés permettront de résoudre la question. Lorsque le groupement AzO^2 sera lié à l'azote, on aura échange de valences identiques $Az-AzO^2$; quand il sera lié au carbone les valences seront différentes $C-AzO^2$, et, si l'idée précédente est exacte, la quantité d'énergie mise en jeu dans le premier cas sera plus grande que dans le second, autrement dit, la liaison à l'azote du groupement substitué sera plus stable que la liaison au carbone, contrairement à ce qui arrive pour les radicaux alcooliques.

» L'équation génératrice des dérivés nitrés avec liaison au carbone, les seuls étudiés jusqu'ici, est la suivante :

$$(\alpha) \qquad \text{RH sol.} + AzO^3H \text{ liq.} = RAzO^2 \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} : + 36^{Cal}.$$

» M. Berthelot (¹) a fait voir que cette transformation correspondait à un dégagement de chaleur toujours très voisin de 36^{Cal} tant par ses nombreuses déterminations que par celles respectives de MM. Troost, Sarrau et Vieille sur le même sujet. A la vérité, dans une étude récente sur les benzines polynitrées, nous avons montré, M. Berthelot et moi (²), que ce nombre pouvait diminuer quand on répétait plusieurs fois la substitution nitrée dans la molécule, mais ces faits nouveaux n'enlèvent rien à la constance du nombre précédent caractéristique des corps mononitrés avec liaison au carbone. J'ai fait l'étude thermique de la guanidine

$$C \begin{cases} \diagup AzH^2 \\ = AzH \\ \diagdown AzH^2 \end{cases}$$

et celle de son dérivé mononitré récemment découvert par M. Thiele : dans

---

(¹) *Sur la force des matières explosives*, t. II, p. 9.
(²) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 241.

ce dernier corps le groupement AzO^2 est nécessairement lié à l'azote puisque tous les hydrogènes de la guanidine échangent leur valence avec l'azote. Les résultats obtenus, qui seront publiés prochainement, permettent de calculer la chaleur dégagée dans la génération de la nitroguanidine définie par l'équation suivante :

$$CAz^3H^5 \text{ sol.} + AzO^3H \text{ liq.} = CAz^3H^4(AzO^2) \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} : +30^{Cal},3.$$

» Ainsi, tous les dérivés nitrés étudiés jusqu'ici, où la substitution est liée au carbone, donnent un dégagement de chaleur voisin de 36^{Cal} dans leur formation définie par l'équation (α); la nitroguanidine, où le reste AzO^2 est lié à l'azote, ne fournit que $30^{Cal},3$ dans les mêmes conditions, soit une différence d'environ 6^{Cal} quand la substitution se produit par l'intermédiaire de l'azote. Si l'on se reporte maintenant à l'idée qui m'a servi de point de départ, on voit que l'introduction du terme AzO^2 pour donner naissance à la nitroguanidine, introduction qui se fait avec liaison d'éléments identiques Az – Az, donne lieu à un dégagement de chaleur moindre que dans les autres dérivés; il n'en faut donc point chercher la cause dans ce fait que les valences proviennent d'éléments identiques ou d'éléments différents; au contraire, la loi relative aux substitutions alcooliques conserve sa valeur pour les substitutions nitrées : l'introduction d'un terme AzO^2, lié à l'azote, augmente la chaleur de combustion d'une quantité plus grande que la substitution du même radical lié au carbone. Dès maintenant, on peut prévoir que cette remarque, vraie pour les substitutions de radicaux alcooliques et de groupes nitriles, pourra s'étendre à toutes les autres substitutions.

» Cette loi donne une conséquence particulièrement intéressante. M. Berthelot a montré que le produit du volume du gaz formé par la chaleur dégagée dans la décomposition d'un explosif mesure pratiquement la valeur de cet explosif; or, les dérivés nitrés, liés à l'azote, dégagent 6^{Cal} de moins dans leur formation par l'acide nitrique que ceux qui sont liés au carbone; ils conservent donc l'équivalent de ces 6^{Cal} sous forme d'énergie potentielle, capable de se transformer en énergie sensible au moment de la décomposition brusque du corps; par suite, l'explosif est donc plus puissant lorsque le groupement AzO^2 est lié à l'azote. La guanidine mononitrée constitue déjà un explosif énergique; quand on projette de petites quantités de ce corps au fond d'un tube à essai, préalablement chauffé, il y a combustion immédiate du composé avec explosion : tout se passe comme dans la combustion du coton-poudre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide bibromo-malonique.* Note de M. G. MASSOL.

« I. Cet acide a été préparé par l'action directe du brome en solution chloroformique sur l'acide malonique anhydre. Il est en fines aiguilles incolores, très soyeuses.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^3O^4Br^2H^2$.
Acidité (évaluée en acide malonique)..	40,00	39,59 %
Brome............................	60,89	61,07

» Ce produit est anhydre, déliquescent et extrêmement soluble dans l'eau; la dissolution s'accompagne d'un dégagement de chaleur.

$$C^3O^4Br^2H^2 \text{ sol.} + \text{aq.} (4^{\text{lit}}) = C^3O^4Br^2H^2 \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +2^{\text{Cal}},02$$

» II. *Bibromomalonate-acide de potassium.* — Chaleur de neutralisation :

$$C^3O^4Br^2H^2(\text{pm} = 4^{\text{lit}}) + KOH(\text{pm} = 2^{\text{lit}}) = C^3O^4Br^2KH \text{ diss}\ldots \quad +15^{\text{Cal}},49$$

» La dissolution concentrée au bain-marie, puis abandonnée sous cloche en présence d'acide sulfurique, donne des cristaux blancs, très brillants, anhydres, qui se décomposent facilement par la chaleur. Ils se dissolvent dans l'eau avec absorption de chaleur : pm dans $6^{\text{lit}} = -5^{\text{Cal}},60$.

» III. *Bibromo-malonate neutre de potassium.* — Chaleur de neutralisation :

$$C^3O^4Br^2H^2 (\text{pm} = 4^{\text{lit}}) + 2KOH (\text{pm} = 2^{\text{lit}}) = C^3O^4Br^2K^2 \text{ dissous}\ldots\ldots \quad +29^{\text{Cal}},44$$

» La solution évaporée donne une masse incristallisable, qui, séchée à 100°, devient anhydre. A 120°, le sel brunit et se décompose. Chaleur de dissolution (pm dans 8^{lit}) : $-9^{\text{Cal}},94$.

» IV. Ces données ont permis de calculer les chaleurs de formation des deux sels à l'état solide :

$$C^3O^4Br^2H^2 \text{ sol.} + KOH \text{ sol.} = C^3O^4Br^2KH \text{ sol.} + H^2O \text{ sol}\ldots \quad +37^{\text{Cal}},00$$
$$C^3O^4Br^2KH \text{ sol.} + KOH \text{ sol.} = C^3O^4Br^2K^2 \text{ sol.} + H^2O \text{ sol}\ldots \quad +32,18$$
$$C^3O^4Br^2H^2 \text{ sol.} + 2KOH \text{ sol.} = C^3O^4Br^2K^2 \text{ sol.} + 2H^2O \text{ sol}\ldots \quad +69,18$$

» V. Il est intéressant de comparer ces résultats avec ceux que j'ai publiés [1] pour les malonates correspondants :

	Acides		Augmentation dans la quantité de chaleur dégagée.
	malonique.	bibromo-malonique.	
	Cal	Cal	Cal
1er KOH	+ 27,87	+ 37,00	+ 9,13
2e KOH	+ 20,70	+ 32,18	+ 11,48
Sel neutre......	+ 48,57	+ 69,18	+ 20,75

» Les quantités de chaleur dégagées par l'acide bromé sont très supérieures à celles que fournit l'acide malonique ; l'augmentation est d'environ 10^{Cal} pour chaque acidité.

» En comparant le trichloracétate de soude $+ 26^{Cal},6$ (Loug.) avec l'acétate de soude $+ 18^{Cal},18$ (B.), M. Louguinine [2] avait trouvé une augmentation de $+ 8^{Cal},5$ environ pour 3 atomes de chlore.

» Le remplacement de un ou plusieurs atomes d'hydrogène par un haloïde (chlore ou brome) augmente donc la valeur de la fonction acide. Ce résultat est analogue à celui que produit la substitution de l'atome d'oxygène, ainsi que je l'ai démontré en étudiant les acides alcools. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherche des alcools supérieurs dans l'alcool vinique.* Note de M. C. **Bardy**, présentée par M. Troost.

« Les alcools impurs, mélanges de produits de *tête* et de *queue* des rectifications, livrés au commerce sous le nom d'*alcools mauvais goût,* renferment quelquefois des quantités assez fortes d'alcools supérieurs (propylique, butylique, amylique), dont il importe dans certains cas de déterminer la proportion.

» Beaucoup de méthodes ont été préconisées pour la recherche de ces produits dans les alcools industriels, mais aucune ne permet de déterminer, avec une approximation suffisante et à l'aide de moyens simples, la quotité de ces impuretés.

» J'ai repris l'étude de cette question et la méthode d'analyse à laquelle j'ai été conduit, bien que n'étant pas absolument nouvelle, puisqu'elle

(1) *Comptes rendus,* t. CVII, p. 394, et CX, p. 793.
(2) *Annales de Chimie et de Physique,* [5], t. XVII, p. 250.

utilise en grande partie les observations faites par différents expérimentateurs, fournit une solution aussi approchée que possible de ce problème.

» Le procédé repose sur la séparation des alcools supérieurs à l'aide d'un liquide dans lequel ces alcools soient plus facilement solubles que dans l'alcool vinique, l'extraction de ces alcools du véhicule qui les a dissous et leur transformation ultérieure en éthers acétiques dont on mesure le volume.

» Voici le mode opératoire qu'il convient de suivre.

» Avant tout traitement on s'assure si l'alcool est riche ou non en alcools supérieurs; à cet effet, on introduit dans un tube 10^{cc} de l'alcool à essayer avec 100^{cc} d'eau salée saturée, on agite et on laisse reposer. Deux cas peuvent se présenter : (*a*) l'eau salée retient en dissolution la totalité du liquide primitif; (*b*) une couche huileuse se rassemble à la partie supérieure du tube. La marche des opérations est la même pour les deux cas, seule la quantité d'alcool sur laquelle on doit opérer varie.

» *a. L'eau salée ne sépare pas de couche huileuse.* — Prendre 100^{cc} d'alcool, les introduire dans une grande ampoule de verre, bouchée à l'émeri à sa partie supérieure et possédant à sa partie inférieure un robinet en verre, ajouter 450^{cc} d'eau salée saturée puis une quantité d'eau pure suffisante pour redissoudre le chlorure de sodium qui se précipite (environ 50^{cc}), introduire 60^{cc} à 70^{cc} de sulfure de carbone pur et agiter vivement. Laisser déposer pendant quelques minutes et décanter le sulfure dans une ampoule, semblable à la première, mais plus petite (300^{cc} environ). Verser sur le liquide laiteux restant dans la grande ampoule une nouvelle quantité de sulfure, égale à la première, agiter, décanter et répéter le traitement une troisième fois, en réunissant dans la petite ampoule tous les sulfures résultant de l'épuisement. Si le traitement a été convenablement fait, la totalité des alcools butylique et amylique se trouve entraînée par le sulfure.

» Pour séparer ces alcools, ajouter une quantité d'acide sulfurique concentré (2^{cc} environ) telle que la couche colorée en jaune que forme cet acide soit plus dense que le sulfure et gagne facilement le fond de l'ampoule. Agiter fortement le mélange, puis laisser l'acide se séparer en favorisant au besoin la réunion des gouttelettes en imprimant au vase quelques secousses ou quelques mouvements giratoires; décanter l'acide dans un petit ballon de 125^{cc} environ. Répéter le traitement acide deux ou trois fois, en employant chaque fois 1^{cc} d'acide concentré. Réunir les acides de lavage au premier acide recueilli, puis chauffer le ballon à 50°-60° en faisant passer un léger courant d'air à la surface du liquide jusqu'à disparition de toute odeur de sulfure de carbone. Ajouter alors un volume d'acide acétique cristallisable, à peu près égal au volume de l'acide sulfurique, adapter au col du ballon un tube droit de 1^{m} faisant fonction de réfrigérant, puis chauffer le ballon au bain-marie, vers 100°, pendant un quart d'heure. Lorsque l'éthérification est faite, retirer le ballon du bain-marie et ajouter à son contenu 100^{cc} d'eau salée : si l'alcool à essayer contient des alcools supérieurs, on voit se former à la surface du liquide une couche huileuse d'éthers acétiques plus ou moins abondante. Pour apprécier le volume de ces éthers, introduire

la totalité du liquide dans une ampoule de 150^{cc} environ de capacité, terminée à sa partie inférieure par un tube gradué en dixièmes de centimètre cube et muni lui-même d'un robinet.

» Laisser la couche huileuse se rassembler, décanter le liquide aqueux à l'aide du robinet de manière à amener les éthers dans la partie graduée de l'appareil, plonger celle-ci dans de l'eau à $+15°$, et, lorsque l'équilibre de température est obtenu, lire le volume de la couche huileuse. Le nombre lu, multiplié par 0,8, donne la teneur en centièmes des alcools butylique et amylique contenus dans l'alcool à essayer.

» *b. L'eau salée sépare une couche huileuse.* — L'alcool à analyser renfermant dans ce cas une forte proportion d'alcools supérieurs, il convient de réduire le volume de la prise d'essai à 25^{cc} et de n'ajouter que 100^{cc} d'eau salée et 8^{cc} à 10^{cc} d'eau pure. La quantité de sulfure de carbone ne doit pas être réduite, et le reste de l'opération s'achève comme il est dit au paragraphe *a*.

» Le sulfure de carbone n'enlève à l'alcool vinique que les alcools butylique et amylique; si donc le mélange contenait de l'alcool propylique (normal ou iso), il conviendrait de rechercher cet alcool dans le liquide épuisé par le sulfure de carbone.

» A cet effet, on distille le mélange alcoolique salé, après l'avoir soigneusement filtré sur du papier mouillé, et l'on recueille le produit de la distillation dans une éprouvette contenant un alcoomètre, jusqu'à ce que cet alcoomètre accuse 50°. A ce moment la totalité de l'alcool, ou des alcools, a passé à la distillation. Pour apprécier la teneur de ce liquide en alcool propylique, plusieurs moyens peuvent être employés; je n'en citerai que deux : l'un empirique, mais très suffisant pour la majeure partie des cas, consiste à faire usage du procédé de Barbet (essai au permanganate), l'autre, très précis, utilise la méthode nouvelle décrite par M. Gossart sous le nom d'*homéotropie*.

» Le cadre très restreint de cette Note ne me permet pas d'entrer dans le détail des manipulations nécessitées par ces deux procédés; je dirai seulement que, avec la méthode au permanganate, en opérant comparativement avec des mélanges synthétiques de richesses connues, il est facile d'apprécier si le mélange renferme 1, 2, 3, etc. pour 100 d'alcool propylique; avec la méthode Gossart, l'approximation peut atteindre 0,2 pour 100.

» Avec une légère modification, le procédé au sulfure s'applique facilement à la détermination de la quantité d'alcool vinique renfermée dans les résidus de distilleries connus sous le nom d'*huiles essentielles*. La solution de ce problème offre une certaine importance, car on sait que ces liquides sont ou non passibles de l'impôt suivant qu'ils renferment plus ou moins de 6 pour 100 d'alcool vinique.

» Voici comment il convient d'opérer dans ce cas spécial : ajouter à 500^{cc} d'huiles essentielles volume égal d'eau salée saturée, agiter fortement, puis décanter la partie huileuse; traiter à trois reprises différentes l'eau salée par du sulfure de carbone, puis

la filtrer sur du papier mouillé et la soumettre à la distillation. Le titre alcoolique trouvé, corrigé s'il y a lieu de l'influence due à l'alcool propylique, et ramené au volume initial, donnera la teneur alcoolique cherchée.

» La méthode qui vient d'être décrite est très expéditive; elle est peu coûteuse, car le sulfure de carbone, simplement relavé à l'eau, peut servir à des épuisements ultérieurs. Convenablement pratiquée, elle permet de reconnaître la présence de moins de 0,5 pour 100 d'alcools supérieurs dans l'alcool vinique.

» Cette approximation serait insuffisante pour servir de base à la détermination de la pureté absolue de l'alcool telle que la réclament les hygiénistes; mais elle suffit amplement pour caractériser les alcools mauvais goût et empêcher, notamment, qu'on ne vienne à faire des substitutions frauduleuses dans ces alcools lorsqu'il s'agit de certaines opérations industrielles soumises aux lois fiscales, comme la dénaturation des alcools.

» Il est possible, d'ailleurs, d'augmenter la sensibilité de la méthode dans une très grande limite en faisant servir la dose indiquée de sulfure de carbone au traitement méthodique d'une forte prise d'essai, 500^{cc} par exemple. Dans ce cas, il y aurait lieu d'introduire une correction, due à la petite quantité d'acétate d'éthyle afférente à l'alcool vinique dissous par le sulfure de carbone; cette correction, très faible, est négligeable s'il s'agit de l'analyse des alcools très impurs, comme sont les alcools mauvais goût.

» En terminant cette Note, je tiens à remercier M. Meker, jeune chimiste attaché à mon laboratoire, pour le concours zélé et intelligent qu'il m'a prêté dans ces recherches particulièrement délicates. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers d'acides non saturés sur l'éther cyanacétique sodé.* Note de M. **P.-Th. Muller**, présentée par M. Friedel.

« En 1887, M. Michael [1] découvrit ce fait que les éthers des acides non saturés donnent facilement des produits de condensation avec les éthers malonique et acéto-acétique sodés. Quelques années plus tard M. Auwers [2] se servit de la même méthode pour effectuer la synthèse

---

[1] *Journ. f. prakt. Chem.*, t. XXXV, p. 349.

[2] *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 307; K. Auwers, E. Köbner et F. v. Meyenburg, *ibid.*, p. 2887.

d'un certain nombre d'acides polybasiques de la série grasse. Il était intéressant d'appliquer ces réactions à l'éther cyanacétique qui, ainsi que l'ont montré M. Haller (1) et M. Henry (2), jouit de la propriété d'échanger un atome d'hydrogène contre du sodium.

» *Action de l'éther fumarique.* — On dissout une molécule de sodium dans l'alcool absolu et à la solution refroidie on ajoute la quantité équimoléculaire d'éther cyanacétique; dès que le précipité d'éther cyanacétique sodé est formé, on introduit une molécule d'éther fumarique, et l'on chauffe au bain-marie pendant deux heures, le ballon étant muni d'un réfrigérant ascendant. On chasse l'alcool au bain-marie, on additionne d'eau et l'on traite par un excès d'acide sulfurique étendu; il se précipite une huile qui est soumise à la distillation dans le vide; la majeure partie du produit passe entre 180° et 190° sous une pression de 15^{mm} à 20^{mm}. Le corps a été deux fois rectifié dans le vide, puis analysé; l'analyse conduit à la formule d'un éther cyanotricarballylique (pentane-cyano 2-trioïque 1.3.5); l'équation suivante rend compte de sa formation

$$
\begin{array}{l}
CAz.CHNa.CO^2C^2H^5 + CO^2C^2H^5.CH:CH.CO^2C^2H^5 \\
\quad = CO^2C^2H^5.CH.CHNa.CO^2C^2H^5. \\
\qquad\qquad\quad | \\
\qquad\quad CAz.CH.CO^2C^2H^5
\end{array}
$$

» L'acide sulfurique met en liberté l'éther cyanotricarballylique

$$
\begin{array}{r}
CH^2.CO^2C^2H^5 \\
| \qquad\qquad \\
CH\ .CO^2C^2H^5 \\
| \qquad\qquad \\
CAz.CH\ .CO^2C^2H^5.
\end{array}
$$

» Pour vérifier la constitution de ce corps, on l'a saponifié par l'acide chlorhydrique aqueux, en faisant bouillir pendant trois heures au réfrigérant ascendant; il se dégage de l'acide carbonique pendant l'opération. La réaction terminée, on concentre au bain-marie et l'on dessèche complètement la masse dans le vide; en extrayant à l'éther anhydre, on a obtenu un produit cristallisé qui a le point de fusion et toutes les propriétés de l'acide tricarballylique (pentanetrioïque 1.3.5). Les réactions succes-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1451 et 1626; 1887.

(2) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1618.

sives sont indiquées par les équations suivantes

$$\begin{array}{l} CH^2.CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH\ .CO^2C^2H^5 \\ | \\ CAz.CH\ .CO^2C^2H^5 \end{array} + HCl + 5H^2O = \begin{array}{l} CH^2.COOH \\ | \\ CH\ .COOH + 3C^2H^5.OH \\ | \\ CH\ .COOH + AzH^4Cl \\ | \\ COOH \end{array},$$

$$\begin{array}{l} CH^2.COOH \\ | \\ CH\ .COOH \\ | \\ CH\ .COOH \\ | \\ COOH \end{array} = \begin{array}{l} CH^2.COOH \\ | \\ CH\ .COOH + CO^2. \\ | \\ CH^2.COOH \end{array}$$

» L'éther cyanotricarballylique ainsi préparé (éther α) est isomère de l'éther β-cyanotricarballylique (pentane-cyano 3 – trioïque 1.3.5) que MM. Haller et Barthe (¹) ont obtenu par l'action de l'éther monachloracétique sur l'éther cyanosuccinique sodé et dont la formule de constitution est

$$\begin{array}{l} CH^2.CO^2C^2H^5 \\ | \\ CAz.C.CO^2C^2H^5\ , \\ | \\ CH^2.CO^2C^2H^5 \end{array}$$

» L'éther β est un corps cristallisé, fondant à 40°-41°; il est insoluble dans la soude. Le nouvel éther α est un liquide qui ne se solidifie pas au contact d'un cristal de l'éther β; de plus, il se dissout dans la soude.

» *Action de l'éther citraconique.* — On fait réagir l'éther citraconique sur l'éther cyanacétique sodé en opérant comme pour l'homologue inférieur; pour achever la réaction, il faut chauffer au bain-marie pendant cinq heures; puis on chasse l'alcool, on précipite l'éther formé par l'acide sulfurique étendu et on le soumet à la distillation dans le vide; il passe une huile claire vers 190°, sous la pression de 15^{mm} de mercure; le produit, rectifié une seconde fois, a été soumis à l'analyse; les nombres trouvés correspondent à la formule d'un éther méthyl-cyanotricarballylique. Si l'on admet que le sodium de l'éther cyanacétique se fixe sur le carbone non méthylé de l'éther citraconique, on peut exprimer la réaction par

(¹) *Comptes rendus,* t. CVI, p. 1413.

l'équation suivante

$$\begin{array}{l} CAz.CHNa.CO^2C^2H^5 + CO^2C^2H^5.C(CH^3):CH.CO^2C^2H^5 \\ \quad = CO^2C^2H^5.\underset{|}{C}(CH^3).CHNa.CO^2C^2H^5 \\ \qquad\qquad CAz.CH.CO^2C^2H^5, \end{array}$$

et l'éther méthylcyanotricarballylique obtenu aurait pour formule

$$\begin{array}{l} \quad\; CH^2.CO^2C^2H^5 \\ \quad\quad\;\; | \\ CH^3.C.CO^2C^2H^5 \quad ; \\ \quad\quad\;\; | \\ CAz.CH.CO^2C^2H^5 \end{array}$$

ce serait l'éther de l'acide β méthyl-α cyanotricarballylique (ou pentane-cyano 2-méthyle 3-trioïque 1.3.5).

» En saponifiant cet éther par l'acide chlorhydrique aqueux, on observe, comme dans le cas précédent, un dégagement d'acide carbonique, et l'on obtient finalement un produit visqueux acide que nous n'avons pas encore réussi à faire cristalliser; ce corps est probablement l'acide β-méthyltricarballylique préparé récemment par MM. Auwers, Köbner et von Meyenburg ([1]).

» L'éther β-méthyl-α-cyanotricarballylique est soluble dans les alcalis, comme son homologue inférieur. Cette propriété est due, dans les deux cas, à ce que le radical méthine est compris entre les deux radicaux négatifs CAz et $CO^2C^2H^5$ ([2]).

» Nous continuons l'étude de ces éthers et nous nous proposons, en outre, de faire réagir l'éther cyanacétique sodé sur des éthers non saturés de la série aromatique ([3]). »

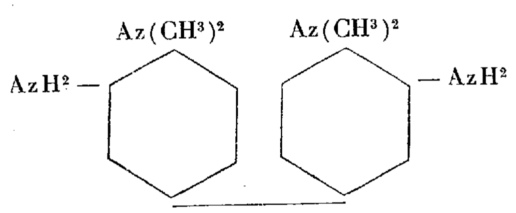
([1]) *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 2894.

([2]) A. Haller, *Ann. de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVI, p. 414.

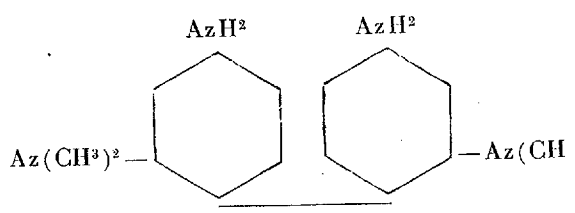
([3]) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy, laboratoire de M. Haller.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une benzidine tétraméthyl-méta-diamidée.* Note de M. **Charles Lauth**, présentée par M. Schützenberger.

« Par réduction de la tétraméthylbenzidine dinitrée, MM. Michler et Pattinson ont obtenu un dérivé de la formule suivante



» Ce corps, qui constitue une double ortho-diamine, est peu apte à former des matières colorantes. J'ai pensé qu'il en serait autrement avec une benzidine dans chaque groupe de laquelle les amidogènes seraient en position méta. C'est dans ce but que j'ai préparé la base



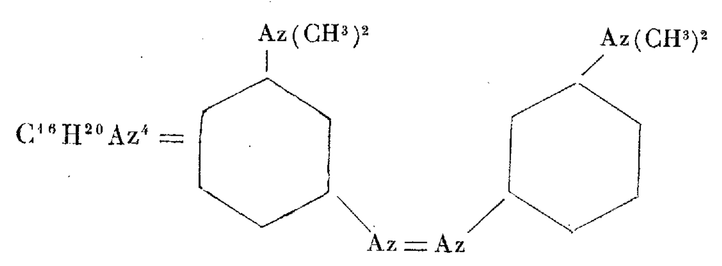
et que j'ai étudié ses réactions.

» J'ai pris comme point de départ de mes recherches la méta-nitrodiméthylaniline $C^6H^4.\underset{(1)}{Az(CH^3)^2}.\underset{(3)}{AzO^2}$. Sous l'action des réducteurs énergiques, cette base se transforme en métamidodiméthylaniline; mais il était probable que, par une réduction moins avancée (réduction en milieu alcalin), on obtiendrait la méta-azo-diméthylaniline, puis le dérivé hydrazo, qui se transformerait en la base cherchée, de la même façon que l'hydrazobenzène se convertit en benzidine. C'est, en effet, le résultat que j'ai obtenu en opérant de la façon suivante :

» *Préparation et propriétés de la méta-azo-diméthylaniline.* — On mélange 40^{gr} de m. nitrodiméthylaniline, 400^{cc} d'alcool et 40^{gr} de zinc en poudre, puis on chauffe à l'ébullition au cohobateur; on ajoute ensuite peu à peu une solution de 20^{gr} de soude caustique dans 100^{cc} d'alcool, et l'on maintient l'ébullition pendant six heures; par refroidissement, le tout se prend en une masse de cristaux rouge rubis; on redissout, on filtre et on laisse refroidir; on recueille les cristaux et on les lave à l'alcool (A). Les eaux mères alcooliques (450^{cc}) sont additionnées d'une nouvelle quantité de 40^{gr} de m. nitrodiméthylaniline, de 40^{gr} de zinc et de 10^{gr} de NaOH dissous dans 50^{cc} d'alcool.

On opère comme précédemment et l'on recueille à part les cristaux rouge orangé qu'on obtient ainsi (B). On répète une troisième fois l'opération dans les conditions de la seconde préparation et l'on réunit les cristaux à la masse B. Les liqueurs évaporées fournissent encore des cristaux, puis elles deviennent noires et visqueuses; elles renferment, à ce moment, une base (probablement l'amidodiméthylaniline) qui communique à l'eau une fluorescence intense. On obtient ainsi avec 120gr de nitrodiméthylaniline, 30gr de cristaux A et 70gr de cristaux B.

» Les cristaux B fondent de 105° à 118°; on les purifie par dissolutions et cristallisations fractionnées jusqu'à ce qu'ils donnent un point de fusion constant à 118°; leurs eaux mères abandonnent par évaporation des cristaux A et des traces d'un produit très fusible. Ils ont donné à l'analyse des chiffres correspondant à la formule



» La méta-azo-diméthylaniline se présente sous la forme de longues aiguilles d'un bel orangé, fusibles à 118°; elle est insoluble dans l'eau, mais elle se dissout aisément dans l'eau acidulée; elle est soluble dans 15 fois environ son poids d'alcool bouillant, d'où elle se dépose presque entièrement par le refroidissement; chauffée à 100°, elle devient d'un rouge foncé. Il n'est pas rare de trouver, dans une même cristallisation, des cristaux rouges et des cristaux orangés; triés à la pince, ils ont présenté le même point de fusion et, redissous dans l'alcool, ils se déposent les uns et les autres sous la forme orangée. Elle est rapidement attaquée par les agents réducteurs, comme nous l'indiquons plus loin. Chauffée avec le chlorhydrate d'aniline, elle donne aux environs de 100° une induline bleu violet. Il en est de même lorsqu'on la chauffe avec 3 parties de paraphénylène-diamine et 1 partie d'acide chlorhydrique; on obtient vers 150° une induline qui teint la soie et le coton tanné en bleu gris.

» Quant aux cristaux A, qui sont d'un beau rouge rubis, ils sont solubles dans 5 parties d'alcool bouillant; après un grand nombre de recristallisations, ils fondent à 106°-108°; néanmoins ils paraissent, d'après l'analyse, être un mélange : c'est de l'azo avec une petite quantité d'azoxy; la preuve en est qu'en les soumettant à l'action réductrice du zinc (2,5 zinc,

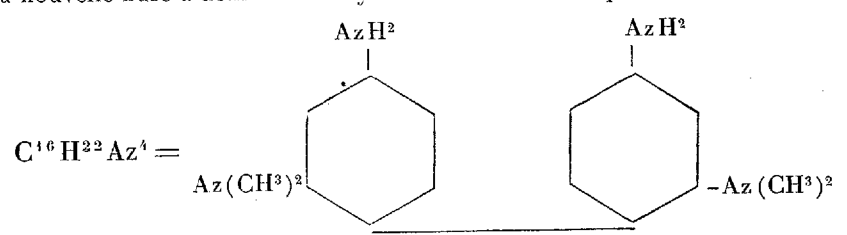
$9NaOH, 6H^2O$) pendant trois heures, on les transforme intégralement en azo fusible à 118°.

» *Préparation et propriétés de la tétraméthyl-méta-diamidobenzidine.* — Lorsqu'on fait bouillir une solution alcoolique de l'azo fusible à 118°, ou du mélange fusible à 106°-108° essentiellement formé d'azo, avec de la poudre de zinc et de la soude (azo, 100 parties; alcool, 1000; NaOH, 50; zinc, 100), la liqueur se décolore rapidement; elle renferme à ce moment la combinaison hydrazo. Mais, très oxydable dans ce milieu alcalin, elle régénère avec la plus grande facilité le corps azo fusible à 118°; une simple filtration à l'air entraîne cette transformation. Il faut donc filtrer rapidement et, si possible, dans une atmosphère de gaz d'éclairage. Pour déterminer la transposition en benzidine on reçoit la liqueur filtrée dans une solution bouillante d'acide chlorhydrique; après un quart d'heure d'ébullition, on laisse refroidir, puis on précipite par du carbonate de sodium et l'on traite le précipité, bien pressé, par l'alcool bouillant qui abandonne la base nouvelle par le refroidissement.

» Au lieu d'opérer en milieu alcalin on peut opérer en milieu acide : 1 partie d'azo est dissoute dans 20 parties d'alcool, et dans cette solution bouillante, on fait tomber lentement le mélange de 1p,25 Cl^2Sn, 2 parties ClH, 4 parties H^2O. Après réduction, on précipite par un alcali et l'on extrait la base par la benzine.

» Dans les deux cas, on obtient environ 60 pour 100 de base pure, du poids de l'azo. A côté, il se produit toujours une certaine quantité d'amidodiméthylaniline.

» La nouvelle base a donné à l'analyse des chiffres correspondant à la formule



» La tétraméthyl-méta-diamidobenzidine est une base incolore, cristallisée en aiguilles; elle est très soluble à chaud dans la benzine et dans l'alcool, presque insoluble à froid, très peu soluble dans l'eau bouillante. Ses sels, le sulfate, le chlorhydrate, le nitrate et l'acétate sont très solubles dans l'eau. Elle fond à 165°. Elle donne avec le perchlorure de fer, ainsi qu'avec le bichromate, une coloration orangé, avec le bioxyde de plomb en présence d'acide acétique une coloration brun jaune et avec l'acide nitreux un beau violet passant rapidement au brun.

» Ces caractères la différencient nettement de son isomère.

» Le nitrite de sodium ajouté dans une solution acide et froide de la nouvelle base donne, comme nous venons de le dire, une coloration violette passant au brun au bout de quelques minutes. Le corps formé ne fournit pas de matières colorantes avec les phénols, les naphtols ou leurs dérivés sulfoconjugués. On ne réussit pas davantage à faire un composé

incolore, soit en ajoutant le nitrite dans un milieu très acide, soit en dissolvant la base dans l'alcool et ajoutant ensuite le nitrite et l'acide. La nouvelle base ne forme donc pas de diazoïque, comme cela est, du reste, le cas général pour les métadiamines.

» En chauffant au bain-marie 1 molécule de base avec $1\frac{1}{2}$ molécule de nitrosodiméthylaniline en milieu acétique, on la transforme en une matière colorante azinique qui teint en violet rouge la soie et le coton mordancé au tanin.

» En chauffant la base avec un excès d'acide phtalique en présence de chlorure de zinc, on voit la masse se colorer en jaune foncé, mais il ne se produit pas de matière colorante intéressante. Il en est de même avec la benzaldéhyde et la formaldéhyde : la condensation s'effectue aisément lorsqu'on chauffe ces corps au bain-marie avec une solution aqueuse du dichlorhydrate de la base, mais la réaction ne va pas plus loin. On pouvait espérer que les deux groupes AzH^2 s'uniraient avec perte d'une molécule de AzH^3, de même qu'on l'observe dans l'action de l'anhydride phtalique et de l'acide sulfurique sur la métamidodiméthylaniline; mais cette réaction ne s'est pas réalisée. On ne peut que faire des hypothèses pour expliquer ce résultat négatif [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'embryogénie d'une* Proneomenia. Note de M. G. **Pruvot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les œufs de *Proneomenia aglaopheniæ* (Kow. et Mar.) sont de taille relativement considérable ($0^{mm},26$ de diamètre), blanc jaunâtre, très opaques et entourés d'une coque souple et transparente, parfaitement sphérique, de $0^{mm},34$ de diamètre. La segmentation légèrement inégale aboutit à la formation d'une blastosphère à petite cavité de segmentation qui, par l'invagination du pôle négatif, se transforme en une gastrula à large blastopore. L'invagination est achevée douze à quinze heures après la ponte; l'embryon se couvre alors d'un revêtement uniforme de cils vibratiles fins et éclôt sous cet état. Puis le corps devient ovoïde et se partage en trois segments comme chez la larve de *Dondersia* que j'ai déjà fait connaître (voir *Comptes rendus,* t. CXI, p. 689), seulement moins accusés; les cils se développent fortement en couronne à la base du segment moyen

(1) Collège de France, laboratoire de M. Schützenberger.

et quelques-uns s'agglutinent en un long flagellum terminal au sommet déprimé du segment céphalique. On voit ensuite saillir par l'orifice inférieur rétréci qui correspond au blastopore de la gastrula un bouton caudal qui doit constituer tout le tronc de l'adulte.

» La métamorphose a lieu dans le courant du sixième jour, et le jeune animal se montre alors sous la forme d'un petit ver très contractile, tout couvert de larges spicules discoïdes imbriqués, à l'exception de la ligne médiane ventrale qui est ciliée. Ces spicules, simplement juxtaposés au tégument, ne constituent qu'un revêtement provisoire qui sera rejeté ultérieurement pour faire place aux longs spicules aciculaires implantés dans une épaisse cuticule caractéristique du type.

» La portion imaginée de la gastrula, l'*endoblaste primaire*, ne correspond nullement à l'endoderme définitif, mais donnera naissance, par un procédé très spécial, à tous les tissus endo, méso et ectodermiques du tronc de l'adulte. Ses cellules se divisent activement, tangentiellement d'abord, et séparent ainsi une masse supérieure, l'endoderme, reposant sur une voûte ininterrompue formée d'une seule assise de cellules. Ces dernières se divisent alors radialement et, par l'augmentation de surface qui en résulte, la membrane est forcée de se replier à l'intérieur de la cavité archentérique primitive, de manière à former en haut trois diverticules de cette cavité, un médian, le proctodœum et deux latéraux, les ébauches du mésoderme somatique qui ne tardent pas à effacer leur cavité et à se transformer en deux masses pleines, dont quelques cellules se détachent à l'extrémité supérieure pour se répandre, comme cellules mésenchymateuses, dans le reste de la cavité de segmentation.

» Par l'occlusion des orifices des diverticules latéraux, la voûte invaginée se trouve reconstituée pour la deuxième fois en une couche cellulaire ininterrompue, mais alors exclusivement ectodermique et qui sera employée tout entière à la formation de l'épiderme du corps. A cet effet, le pourtour de l'orifice proctodœal se soulève, proéminant de plus en plus dans la cavité, et forme le bouton caudal, origine de tout le tronc de la future Néoménie. Il entraîne à son intérieur, en s'allongeant, la portion inférieure de la masse endodermique qui se place contre la face dorsale et les bandes mésodermiques qui occupent les régions latéro-ventrales. L'allongement du corps se fait par la multiplication active des cellules, mais aussi par la dévagination de la voûte, qui a déjà développé dans son épaisseur les spicules tégumentaires.

» La Pronéoménie adulte ne montre pas de tête distincte; mais il n'en

est pas de même au cours du développement où l'on peut reconnaître la formation d'une tête véritable naissant par des ébauches distinctes de celles du tronc. De très bonne heure, vers la vingtième heure, dès que l'invagination gastrulaire est achevée, on voit apparaître, à deux rangées de cellules *au-dessus* du niveau où se développera la grande couronne de cils, trois invaginations épiblastiques, une sur la ligne médiane ventrale, le stomodœum larvaire, qui semble n'avoir qu'une existence temporaire, car on ne le retrouve pas sur les coupes de larves âgées, et deux latérales qui se séparent bientôt du tégument et paraissent devoir donner naissance à toutes les formations ecto et mésodermiques de la tête. A cet effet, elles s'unissent sur la ligne médiane sous forme d'une bande transversale coiffant le sommet de la masse endodermique et se prolongeant inférieurement en deux pointes qui descendent à la rencontre des bandes mésodermiques du tronc. Tandis qu'une partie de leurs cellules évolue pour former les muscles longitudinaux et obliques, les plus dorsales s'ordonnent en deux amas accolés pour former les ganglions cérébroïdes au centre desquels apparaît la substance ponctuée vers le moment de la métamorphose. Il ne se forme pas dans la larve de plaque syncipitale à proprement parler : les cellules du lobe céphalique larvaire qui portent le long flagellum apical se dépriment et s'allongent un peu, mais sans se multiplier ; dans tous les cas, elles ne prennent aucune part à la formation du système nerveux définitif. L'œsophage se forme vers la même époque, juste au-dessous du cerveau, aux dépens des cellules les plus profondes de la même masse ; la bouche ne perce pas le revêtement ectodermique larvaire et ne sera mise à nu que par le rejet de celui-ci.

» Il y a tout lieu de penser que l'épiderme de la région céphalique de l'adulte dérive aussi des invaginations latérales susdites ; car, on le voit dans la région ventrale en continuité parfaite avec elles, les cellules ont les mêmes dimensions et leur noyau exactement le même aspect. On voit cet épiderme s'avancer progressivement vers la face dorsale, sous forme de petites cellules d'abord séparées les unes des autres avant de s'organiser en une couche continue doublant la couche des cellules tégumentaires de la larve. Elles ne peuvent certainement pas naître de ces dernières, dont elles diffèrent complètement par la forme et les dimensions des noyaux, ainsi que par leur avidité beaucoup plus grande pour les matières colorantes. Les cellules ectodermiques larvaires ont, d'ailleurs, tous les caractères d'éléments fortement différenciés, vieillis et inaptes à se diviser. Elles sont très aplaties, munies d'une membrane d'enveloppe épaisse

et fortement chargées de granules vitellins qui forment une couche dense dans leur moitié externe, tandis que la portion interne est occupée par un réticulum protoplasmique à larges mailles emprisonnant un gros noyau aplati, homogène et dépourvu de substance chromatique colorable. De plus, dès l'achèvement de la gastrula, leur nombre est définitivement fixé, et elles ne se divisent plus. Elles sont expulsées totalement au moment de la métamorphose.

» Des faits qui précèdent et qui se répètent exactement chez un autre type de la même famille, la *Dondersia banyulensis*, on doit conclure que le développement des Néoméniens s'éloigne considérablement de celui des Mollusques; mais montre, par contre, dans l'évolution des feuillets au moins, d'étroites ressemblances avec celui des Annélides inférieurs, les Hirudinées, et peut même se comparer, dans une certaine mesure, à la formation de la Némerte dans le *Pilidium* [1]. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur la cavité générale et sur l'appareil excréteur des Cirrhipèdes*. Note de M. **Kœhler**, présentée par M. Milne-Edwards.

« La cavité générale des Cirrhipèdes est représentée par des lacunes conjonctives, irrégulièrement distribuées entre la paroi du corps et le tube digestif. Toutes ces lacunes, sauf deux qui sont complètement isolées, communiquent entre elles; la plus considérable forme une cavité importante située au point de réunion du pédoncule et du capitulum, dans laquelle débouche le canal longitudinal du pédoncule. Dans mon premier Mémoire sur les Cirrhipèdes, j'avais figuré une disposition spéciale due au développement de cloisons dans l'intérieur de cette cavité; M. Nussbaum a expliqué récemment que ces cloisons formaient une sorte de valvule empêchant le liquide qui remplit les cavités du corps de refluer dans le pédoncule, mais permettant le mouvement inverse. C'est aussi ma manière de voir; toutefois, il faut savoir que cette disposition n'est pas constante chez tous les Lépadides. Mais je dois m'élever absolument contre l'opinion de ce savant qui prend cette lacune pour le *cœur* et la divise même en oreillette et ventricule, bien qu'il ne trouve pas trace, dans ces parois, d'éléments musculaires, et qui donne le nom de *vaisseaux* aux lacunes conjonctives du corps. Outre qu'une telle assimilation n'est basée sur au-

---

[1] Travail du laboratoire Arago.

cune preuve anatomique, et qu'elle est en désaccord formel avec les idées acceptées par tout le monde relativement à la valeur des mots *cœur* et *vaisseaux*, je ferai remarquer que l'existence d'une grande lacune à l'extrémité proximale du canal pédonculaire n'est pas du tout un fait général : en particulier, chez l'*Anelasma*, dont l'étude est si intéressante à tous égards, on voit le canal du pédoncule se diviser peu à peu en lacunes plus petites qui se continuent purement et simplement avec celles du corps. J'ajouterai enfin que ces lacunes n'ont pas de parois propres; la plus grande ne mérite pas plus le nom de *cœur* que les plus petites ne méritent celui de *vaisseaux*.

» L'ensemble de ces lacunes représente la cavité générale, mais on remarque, chez les Lépadides comme chez les Balanes, que deux d'entre elles, tout en ayant la même origine, diffèrent des autres par certains caractères importants. Elles possèdent une paroi propre avec revêtement endothélial, elles ne communiquent pas avec les autres et elles se présentent avec une constance que n'offrent pas ces dernières. Ces cavités sont situées dans la région céphalique, de chaque côté du tube digestif, et elles s'étendent, en dessous de ce canal, vers le côté ventral où elles sont séparées par une large cloison conjonctive. Dans la région pharyngienne elles envoient vers la lèvre inférieure un prolongement qui s'ouvre à l'extérieur à l'aide d'un fin canal aboutissant à la base de cet appendice. Cette disposition a été découverte par M. Hoek chez le *Scalpellum*, puis confirmée par M. Nussbaum chez le *Pollicipes polymerus;* je l'ai observée dans toutes les formes de Lépadides que j'ai étudiées, y compris l'*Anelasma;* enfin je l'ai retrouvée chez les Balanes où la cavité générale offre une disposition un peu différente. Cette communication avec l'extérieur paraît donc être générale dans tout le groupe des Cirrhipèdes; je me propose de discuter, dans un prochain Mémoire, l'homologie admise par M. Hoek du canal à l'aide duquel elle est réalisée avec un organe segmentaire.

» L'étude des appareils d'excrétion est fort difficile. Ces organes ont été incomplètement figurés par les deux auteurs qui se sont le plus récemment occupés des Cirrhipèdes, MM. Hoek et Nussbaum, et n'ont pas été décrits par eux : le premier les a figurés sur une coupe de *Scalpellum* sous le nom d'*organe à fonction inconnue;* le deuxième les a désignés sous leur vrai nom de *reins*, mais il ne les étudie pas. Ces organes, pairs, forment de chaque côté du corps une sorte de sac placé entre les téguments et les deux grands espaces décrits plus haut appartenant à la cavité générale. Leurs formes et leurs caractères présentent, suivant les genres, de grandes varia-

tions qui en compliquent l'étude. Ce sont des sacs à cavité simple chez les Balanes et l'*Anelasma;* ils se divisent en plusieurs compartiments, dont les rapports varient suivant les régions, chez le *Scalpellum* et le *Pollicipes* ; ils sont enfin partagés en un grand nombre de chambres de dimensions inégales, par suite de la formation dans leur intérieur de cloisons anastomosées chez les *Lepas* et les *Conchoderma*.

» Chez le *Pollicipes cornucopiæ*, où l'appareil offre un grand développement, on voit les différentes parties des sacs rénaux émettre, sur tout leur pourtour, de nombreux prolongements qui traversent les couches conjonctives interposées, et atteignent la paroi de la cavité générale voisine, mais je ne les ai jamais vus s'y ouvrir; d'ailleurs je n'ai pu constater chez aucune espèce de communication entre la cavité générale et les organes excréteurs. Les échanges entre ces deux formations doivent s'effectuer par endosmose ; aussi l'on observe assez souvent (surtout chez l'*Anelasma* et les Balanes), que des lacunes conjonctives allongées et tortueuses se ramifient sur la paroi des sacs, multipliant ainsi les surfaces de contact, mais sans qu'il n'y ait nulle part une communication à plein canal.

» J'ai découvert chez le *Conchoderma*, au voisinage de l'orifice de l'oviducte, une communication des organes d'excrétion avec l'extérieur que je n'ai pas retrouvée ailleurs. Les caractères histologiques indiquent d'ailleurs que ces organes sont plutôt des reins d'accumulation, où s'amassent des produits solides, que des reins d'élimination avec large communication au dehors. Les cellules glandulaires qui tapissent la paroi interne des sacs subissent en effet d'importantes modifications. Chez le *Pollicipes*, l'*Anelasma* et les Balanes, où elles forment plusieurs couches sucessives, elles se chargent de granulations qui envahissent peu à peu tout le protoplasma, tandis que le noyau dégénéré cesse d'absorber les matières colorantes et disparaît; ces éléments tombent aussi dans la cavité des sacs où on les trouve en grande abondance, surtout chez les vieux individus. Dans les autres types, les éléments détachés sont moins nombreux et leur protoplasma devient beaucoup moins granuleux; les cellules sont disposées sur une seule couche, et j'ai pu suivre, avec une grande netteté, surtout chez les *Scalpellum*, la manière dont s'effectue la sécrétion : les cellules s'allongent, elles poussent par leurs bords libres des sortes de vésicules qui grossissent, se pédiculisent, puis se détachent en formant des globules qui tombent dans la cavité des sacs. Ces phénomènes sont très comparables à ceux qui ont été observés tout récemment par M. Van Gohuchten dans les cellules de l'intestin du *Ptychoptera*. Je renvoie, pour

l'étude détaillée de ces importants organes et des curieux éléments qu'ils renferment, au Mémoire, accompagné de planches, que je termine en ce moment et qui paraîtra prochainement. »

BOTANIQUE. — *Étude anatomique du bois secondaire des Apétales à ovaire infère.* Note de M. C. HOULBERT, présentée par M. Duchartre.

« Dans une première Note, j'ai indiqué quelques-uns des résultats auxquels m'a conduit l'étude comparée du bois secondaire dans les Apétales à ovaire libre (1); je vais donner aujourd'hui ceux qui concernent plus particulièrement les *Santalacées*, les *Juglandées* et les *Cupulifères*.

» 1° *Santalacées*. — Dans les genres *Exocarpus, Leptomeria, Osyris*, etc., les vaisseaux sont nombreux, circulaires ou légèrement ovales; de plus, ils sont toujours isolés et répartis sans ordre apparent (2) dans toute l'épaisseur de la couche annuelle. Les rayons médullaires sont très nombreux; ils sont formés de cellules courtes, contenant généralement une matière colorante jaunâtre ou brune.

» La structure du bois chez les *Loranthacées* ne nous a pas permis de rapprocher cette famille des *Santalacées*.

» 2° *Juglandées*. — Les vaisseaux sont larges, à section ovale, isolés ou réunis par deux ou trois en courtes chaînes radiales. Les fibres ligneuses ont une paroi mince ou faiblement épaissie; leur disposition radiale, très nette chez les *Engelhardtia*, les *Carya, Pterocarya*, etc., l'est généralement moins chez les *Juglans*.

» Les rayons médullaires sont nombreux et de largeur variable. Le parenchyme ligneux est caractéristique dans toute la famille : il forme des bandes étroites, transversales, à une seule épaisseur de cellule.

» Cette petite famille me paraît isolée dans le groupe des Apétales; on la rapproche volontiers des *Myricacées*, mais la structure du bois ne confirme nullement cette manière de voir.

» 3° *Cupulifères*. — La disposition du bois permet de partager les *Cupulifères* en deux groupes : les *Bétuloïdes* et les *Castanoïdes*.

a. Le groupe des *Bétuloïdes* comprend les espèces où le bois secondaire est con-

---

(1) C. HOULBERT, *Recherches sur le bois secondaire des Apétales* (*Comptes rendus*, 19 avril 1892). C'est par suite d'une erreur de copie que les résultats présentés dans cette première Note ont été attribués aux Apétales à ovaire *infère*.

(2) H. SOLEREDER, *Ueber den systematischen Werth der Holzstructur bei den Dicotyledonen*, p. 235.

struit sur le même plan que celui des Bouleaux, c'est-à-dire montre, sur une coupe transversale, un grand nombre de vaisseaux isolés ou en files radiales, à peu près régulièrement distribués dans l'épaisseur de la couche ligneuse annuelle. Les fibres ligneuses possèdent une paroi mince ou faiblement épaissie; leur disposition radiale, très nette chez les Aunes et les Bouleaux, est plus vague chez les Charmes et chez les Coudriers. Le parenchyme ligneux est, en général, peu développé. La coupe tangentielle montre toujours des rayons médullaires étroits et allongés, colorés en brun chez les Bétulacées.

» *b.* Dans le groupe des *Castanoïdes*, les vaisseaux sont arrondis et presque toujours isolés; très larges dans le bois de printemps, ils diminuent de grandeur dans le bois d'automne et se disposent en files obliques entre-croisées.

» Les fibres ligneuses ont une paroi incolore, peu épaissie; elles conservent la disposition radiale dans les *Castanea* et dans certains *Chênes*. Rayons médullaires toujours étroits et à une épaisseur de cellule dans les *Castanopsis* et les *Castanea* : ils sont de deux sortes dans les *Quercus* (1). Le groupe des Castanoïdes semble se rattacher aux Urticacées. Dans les *Castanopsis*, le bois secondaire rappelle assez bien la structure de certaines *Urticoïdes* (Conocéphalées), en même temps qu'il montre déjà un arrangement des vaisseaux particulier aux *Castanea*, mais qui existe aussi, avec une grande fixité, dans tous les espèces du genre *Quercus*.

» On retrouve donc, dans le bois secondaire des Chênes et des Châtaigniers, des caractères qui permettent de supposer que ces deux groupes ont pu avoir une origine commune et qui nous conduisent, par conséquent, aux mêmes conclusions que la Paléontologie végétale (2).

» Au point de vue où je me suis placé, le genre *Fagus* doit être mis à part. En effet, la plupart des Hêtres américains, *Fagus obliqua, betuloides, antarctica,* etc., possèdent un bois qui reproduit tous les caractères de celui des Bouleaux; d'autres, au contraire, *Fagus ferruginea* et notre *F. sylvatica,* tout en conservant la même disposition relative de leurs éléments, ont un bois qui rappelle plutôt celui des Platanes. »

GÉOLOGIE. — *Sur les relations du trias du sud-est du bassin de Paris.* Note de M. A. de Grossouvre.

« Lorsque l'on étudie dans le département de l'Indre les couches triasiques qui viennent affleurer entre le massif cristallin du Plateau central et les assises liasiques de la bordure méridionale du bassin de Paris, on ob-

---

(1) J. Mueller, *Erläuternder Text zu dem Atlas der Holzstructur*, p. 57.
(2) G. de Saporta, *Origine paléontologique des Arbres*, p. 155 et suiv.

serve que la puissance de ces couches va constamment en diminuant du sud vers le nord; j'ai déjà signalé autrefois une région où les couches triasiques assez puissantes à leur effleurement méridional, sur la bordure cristalline, vont en s'amincissant peu à peu vers le nord et finissent même par disparaître, de telle sorte que les couches liasiques reposent directement sur les roches cristallines.

» Cette allure singulière des dépôts triasiques de l'Indre se retrouve plus à l'est dans la vallée de l'Allier et entre celle-ci et celle de la Loire : les dépôts triasiques, assez puissants aux environs de Lurcy-Lévy et Decize, diminuent peu à peu d'épaisseur vers le nord et sont rudimentaires tout autour du massif de Saint-Saulge, où même ils paraissent manquer complètement par places.

» Plus à l'est encore, dans la région du Morvan, les relations sont les mêmes : à Semur et à l'extrémité septentrionale du Morvan, où quelques lambeaux de lias siliceux ont été conservés sur les hauteurs, on voit le lias reposer directement sur le gneiss, le granite et la granulite, tandis que plus au sud, dans l'Autunois, des dépôts triasiques viennent s'intercaler entre le lias et les roches granitiques.

» Près de Dijon, le lias repose sur les marnes irisées, très réduites et superposées directement au granite; à Chalindrey, près de Langres, ce sont encore les marnes irisées qui sont en contact avec le granite et il faut aller un peu plus à l'est pour retrouver dans cette direction la série triasique plus complète.

» Il résulte de ces faits que les dépôts triasiques qui affleurent sur le revers septentrional du Plateau central viennent s'arrêter, au nord, le long d'une ligne dirigée à peu près de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest. Cette ligne, qui disparaît aux environs de Langres, représente la ligne des anciens rivages bordant au nord le bassin dans lequel se sont déposées les couches triasiques du Berry, du Bourbonnais, du Nivernais et de la Bourgogne; au Sud, les rivages devaient se trouver bien au delà de la ligne d'affleurements actuels.

» Les dépôts triasiques qui se trouvent sur la bordure méridionale du bassin de Paris n'appartiennent donc pas en réalité à ce bassin : ils se sont formés dans un golfe fermé à l'ouest, au nord et au sud et s'ouvrant vers l'est : ils se reliaient ainsi directement aux dépôts triasiques des environs d'Autun et de Lyon.

» Cette ligne de hauteurs granitiques, qui a limité au nord le bassin tria-

sique, existait déjà à l'époque houillère, car c'est sur son versant méridional que s'est formé le terrain houiller de Decize.

» Ce relèvement granitique a également joué un rôle important pendant l'ère secondaire et a dû former dans la mer jurassique un seuil sous-marin dont l'influence s'est manifestée sur les caractères de la sédimentation et sur la nature de la faune; c'est le long de cette ligne que se coordonnent, par exemple, les accidents oolithiques et coralliens du jurassique du Berry et du Nivernais; au sud de cette ligne aussi, la faune des sédiments jurassiques du Berry et du Nivernais présente une affinité très grande avec celle des dépôts de même âge du Mâconnais et du Lyonnais : on peut donc dire que ces sédiments n'appartenaient pas au bassin de Paris et qu'ils formaient une dépendance naturelle de la mer méditerranéenne jurassique.

» Ainsi la disposition actuelle des couches secondaires, qui constitue ce que l'on appelle le bassin de Paris, ne correspond pas à la configuration véritable du fond des mers secondaires et elle est seulement le résultat des mouvements de l'ère tertiaire qui ont modifié et altéré les relations réelles des sédiments des diverses régions. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Variations de la température moyenne de l'air dans la région de Paris.* Note de M. **E. Renou**.

« Dans une Note présentée à l'Académie, dans la séance du 9 décembre 1889, j'ai fait voir que la température moyenne des dix années 1879-88 à l'Observatoire du Parc Saint-Maur a été de 9°,7, en déficit de 0°,3 sur la température regardée comme la normale depuis un grand nombre d'années.

» Cette intempérie, soutenue sur dix années, en comprend treize aujourd'hui. Elle n'est, en réalité, que la compensation d'une anomalie en sens contraire qui s'était manifestée pendant dix-sept ans, de 1862 à 1878, anomalie dont personne n'a songé à se plaindre, car les meilleures années agricoles sont généralement les plus chaudes, tandis que les années les plus froides sont encore plus souvent des années désastreuses.

» J'ai résumé dans le Tableau ci-dessous la température moyenne de ces dix-sept années : celles de 1862 à 1873 sont les moyennes des minima et maxima diurnes obtenues à l'Observatoire de Paris, diminuées de 0°,7,

ce qui les rend comparables aux moyennes vraies déterminées à l'Observatoire du Parc Saint-Maur; les années commencent au 1er décembre.

	°		°
1862..........	10,59	1871..	9,27
63..........	10,55	72..........	10,36
64..........	9,66	73..........	10,32
65....	10,70	74..........	10,49
66..........	10,17	75..........	10,06
67..........	10,24	76..........	10,16
68..........	10,56	77..........	10,77
69..........	10,63	78..........	10,23
70..........	10,09		
		Moyenne.	10,27

» La moyenne de ces dix-sept années est donc en excès de 0°,3 environ sur la normale supposée égale à 10°.

» En 1855, j'évaluais, d'après mes observations dans la campagne autour de Paris, la moyenne de la région à 9°,9; plus tard, j'ai cru devoir adopter 10°, à cause des années suivantes; mais aujourd'hui le nombre 9°,9 redevient plus probable : l'excès des dix-sept années chaudes serait ainsi un peu plus grand que le déficit des treize années froides, ce qui donnerait à craindre que la dernière anomalie ne soit pas encore terminée.

» Il serait du plus grand intérêt de savoir sur quelle partie de la Terre s'est étendu ce refroidissement si prolongé; il a atteint, depuis plusieurs années, le bord de la Méditerranée, tant du midi de la France que de l'Algérie; cette dernière contrée a éprouvé un refroidissement notable, des pluies abondantes; beaucoup de sources ont acquis un débit inaccoutumé et la transparence de l'air n'y est plus celle qu'on était habitué à lui voir depuis de longues années. Malheureusement, la plupart des observations météorologiques faites laissent beaucoup à désirer; les meilleures sont incomplètes et n'embrassent pas un nombre d'années suffisant.

» On a dit, il y a quelque temps, qu'aux États-Unis, dans la région orientale, les températures allaient, depuis plusieurs années, en augmentant, ce qu'on attribuait aux progrès des défrichements et des cultures. Cette explication, qui n'est pas nouvelle, ne repose absolument sur rien; elle suppose que les changements signalés sont définitifs, tandis que ce sont des oscillations qui se compenseront par des mouvements inverses.

» Dove a fait voir, il y a au moins quarante ans, que le niveau du lac Ontario variait en sens contraire de celui du Rhône à Lyon; cette oppo-

sition dans les hauteurs des eaux tient à la même cause, à la prédominance alternante des vents d'est ou d'ouest sur une grande étendue de la terre, ce qui amène des résultats opposés dans le régime des pluies des deux côtés de l'Atlantique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la glacière naturelle du Creux-Percé (Côte-d'Or).* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. L. Cailletet.

« Sur le plateau de Langres, à 15^{km} nord-ouest de Dijon et à 1500^{m} au nord et au fond de la vallée du village de Pasques (Côte-d'Or), s'ouvre dans le calcaire jurassique inférieur (bathonien et bajocien), à l'altitude de 475^{m}, un puits naturel ou gouffre, analogue aux *avens* des Causses [1], nommé l'*abîme du Creux-Percé* et marqué sur la Carte du service vicinal au $\frac{1}{100000}$ (*Dijon*, XXII, 19).

» On le disait insondable et communiquant avec des grottes immenses, parce que personne n'y était encore descendu; on avait remarqué surtout qu'à une corniche de l'intérieur étaient suspendues des stalactites *de glace* qui ne fondaient jamais.

» Avec l'assistance de MM. Party, Bur, Fontaine, Darantière et Lory, membres du Club alpin de Dijon, j'ai pu explorer complètement l'abîme du Creux-Percé les 24 et 28 mars 1892.

» Sa profondeur totale n'est que de 55^{m}, il mesure 40^{m} de longueur sur 20^{m} de largeur à l'orifice, 10^{m} sur 5^{m} à l'endroit le plus étroit (environ aux deux tiers de la profondeur) et 15^{m} sur 12^{m} dans le bas qui est en forme de cloche; un talus ou cône de pierres et de débris tombés de la surface occupe le fond qui paraît sans autre issue que de petites fissures et qui ne conduit à aucune caverne, ni rivière souterraine. Mais, sous une strate rocheuse en encorbellement qui produit le rétrécissement du puits, une draperie de glace pure et diaphane revêt la paroi nord du fond et forme plusieurs colonnes hautes de 10^{m} à 15^{m}. Cette curieuse glacière naturelle est parfaitement éclairée par la lumière du jour à cause de la verticalité de l'abîme et de la grandeur de l'orifice supérieur.

» Elle offre donc cette particularité de se trouver à ciel ouvert, à la différence des glacières déjà connues dans certaines grottes du Jura, des Alpes et des Carpathes.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 3 décembre 1888, 14 octobre et 25 novembre 1889, 21 mars 1892.

» La théorie des glacières naturelles est encore trop confuse pour que l'on puisse donner une explication formelle de ce phénomène.

» Le 28 mars la température était, au fond du Creux-Percé, de $-1°$C. et de $+14°$C. à la surface du sol. Toutes les fissures des parois inférieures étaient remplies de glace dure et transparente et leurs surfaces non verticales étaient entièrement couvertes de neige ou de verglas. Aucun courant d'air ne se faisait sentir au fond du gouffre.

» Il serait intéressant de faire des observations précises et suivies au Creux-Percé, qui présente un type nouveau et précieux pour l'étude de la question des glacières naturelles. »

M. **J.-E. Estienne** adresse une Note relative à cette question : « La probabilité de plusieurs causes étant connue, à quelle cause est-il plausible d'attribuer l'arrivée de l'événement? »

M. **J.-K. Helou** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui et dont le dépôt a été accepté.

Ce pli, inscrit sous le numéro 4759, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient une Note en langue arabe qui sera conservée dans les Archives de l'Académie.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 avril 1892.

Dictionnaire d'Agriculture. Encyclopédie agricole complète, par J.-A. Barral, continuée sous la direction de Henry Sagnier. Tome III. G.-O. Paris, Hachette, 1888; 4 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. Rapports du Jury*

international publié sous la direction de M. ALFRED PICARD. — Groupe V : *Industries extractives, produits bruts et ouvrés* (I[re] Partie), classes 41 à 44. Paris, 1891; in-4°.

La Durance. Régime, crues et inondations, par E. IMBEAUX. Paris, V[ve] Ch. Dunod, 1892; in-8°.

La ressemblance protectrice dans le règne animal, par FÉLIX PLATEAU. Bruxelles, F. Hayez, 1892; broch. in-8°.

Les équations des nouvelles copies du Mètre des Archives, par BOSSCHA. Leide, E.-J. Brill, 1892; broch. in-4°.

Illustrations of north american grasses. Vol. I : *Grasses of the southwest. Plates and descriptions of the grasses of the desert region of western Texas, new Mexico, Arizona and southern California;* by Dr. GEO VASEY. Published by authority of the Secretary of Agriculture. Washington, 1891; vol. in-4°.

Pubblicazioni del R. Istituto di studi superiori pratici e di perfezionamento in Firenze. Sezione di Medicina e Chirurgia. Archivo della scuola d'Anatomia patologica, diretto dal prof. GIORGIO PELLIZZARI. Vol. III et IV. Firenze, 1885-86; in-4°.

Osservazioni continue della elettricità atmosferica fatte a Firenze negli anni 1883, 1884, 1885, 1886. Memoria del Dott. FRANCO MAYRINI. Firenze, 1888; broch. in-4°.

Osservazioni continue della elettricità atmosferica fatte a Firenze nel 1884. Seconda Memoria di D. PASQUALINI ed A. ROITI. Firenze, 1885; broch. in-4°.

Saggio sperimentale sul mecanismo dei movimenti volontari nella Testuggine palustre (*Emys europæa*) del Dott. GIULIO FANO. Firenze, 1884; broch. in-4°.

Maestri e scolari nell' India brahmanica. Saggio di GIROLAMO DONATI. Firenze, 1888; broch. in-4°.

1892

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 MAI 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance de lundi prochain 6 juin sera remise au mardi.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *Félix Guyon*, pour remplir la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *A. Richet*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Guyon** prend place parmi ses Confrères.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris, pendant les deuxième et troisième trimestres de l'année* 1891. Communiquées par M. **Mouchez.**

Dates. 1891.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(28) Bellone.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 1......	10.32. 6	11.12. 2,07	»	76.40. 5,5	»
		(58) Concordia.			
Avril 1......	10.44.56	11.24.54,22	»	83.43.44,8	»
		(118) Peitho.			
Avril 1......	10.51. 7	11.31. 6,23	»	76.15.32,8	»
		(57) Mnémosyne.			
			s		″
Mai 30......	11.41.56	16.14.40,86	+12,18	95.51. 9,9	+ 3,1
Juin 2......	11.27.58	16.12.29,86	+12,04	95.40.22,8	+ 4,8
3......	11.23.20	16.11.47,25	+12,59	95.36.58,5	+ 3,7
		(4) Vesta.			
Juin 19......	12.20.25	18.12. 6,74	+ 2,59	110.25.35,5	+ 2,9
22......	12. 5.34	18. 9. 3,47	+ 2,51	110.39.24,5	+ 2,8
25......	11.50.43	18. 5.59,37	+ 2,57	110.53.21,3	+ 3,0
27......	11.40.49	18. 3.57,25	+ 2,59	111. 2.41,4	+ 3,7
29......	11.30.57	18. 1.56,48	+ 2,58	111.12. 1.0	+ 4,4
30......	11.26. 1	18. 0.56,71	+ 2,47	111.16.39,7	+ 4,2
Juill. 1......	11.21. 7	17.59.57,56	+ 2,37	111.21.17,4	+ 3,7
4......	11. 6.27	17.57. 4,98	+ 2,35	111.35. 7,6	+ 3,8
7......	10.51.56	17.54.21,27	+ 2,54	111.48.48,0	+ 3,8
10......	10.37.35	17.51.48,17	+ 2,45	112. 2.16,3	+ 3,8
11......	10.32.51	17.50.59,94	+ 2,49	112. 6.39,2	+ 0,4
13......	10.23.28	17.49.27,78	+ 2,30	112.15.31,0	+ 4,7
15......	10.14.11	17.48. 2,30	+ 2,38	112.24.11,3	+ 4,5
17......	10. 5. 0	17.46.43,37	+ 2,27	112.32.46,3	+ 6,4
22......	9.42.37	17.43.58,20	+ 2,29	112.53.36,7	+ 7,4
23......	9.38.12	17.43.30,79	+ 2,21	112.57.39,5	+ 6,2

Dates. 1891.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(4) Vesta (suite).			
	h m s	h m	"	° ' "	"
Août 5......	8.43.15	17.39.39,72	+ 2,08	113.47.26,5	+ 4,5
7......	8.36.28	17.40.44,53	+ 1,95	113.54.35,4	+ 4,5
14......	8.10.19	17.42. 6,72	+ 1,83	114.18.30,5	+ 5,5
19......	7.52.37	17.44. 5,05	+ 1,74	114.34.26,2	+ 4,3
		(2) Pallas.			
Juill. 15......	12.19.55	19.54. 7,84	— 0,69	70.55.41,1	— 0,5
17......	12.10.28	»	»	71. 4.35,6	0,0
22......	11.46.48	19.48.30,92	— 0,48	71.31.19,0	+ 0,6
27......	11.23.11	19.44.33,24	— 0,70	72. 4.10,9	— 0,1
28......	11.18.29	19.43.46,70	— 0,59	72.11.28,4	+ 0,2
30......	11. 9. 6	19.42.14,70	— 0,46	72.26.43,8	+ 0,1
Août 1......	10.59.44	19.40.44,21	— 0,61	72.42.55,3	+ 2,9
5......	10.41. 6	19.37.50,28	— 0,58	73.17.39,6	— 0,5
10......	10.18. 6	19.34.28,39	— 0,55	»	»
12......	10. 8.59	19.33.13,32	— 0,52	74.25.43,0	+ 1,2
14......	9.59.56	19.32. 1,92	— 0,38	74.46.34,0	0,0
17......	9.46.28	19.30.21,74	— 0,36	75.18.52,9	+ 0,1
22......	9.24.22	19.27.55,05	— 0,36	76.15. 0,6	+ 0,7
Sept. 12......	7.56.46	19.22.52,41	— 0,45	80.25.33,2	— 1,0
		(40) Harmonia.			
Août 10......	12.36.27	21.53.12,60	+ 1,16	109. 3. 7,4	— 2,6
12......	12.26.43	21.51.20,09	+ 1,18	109.16.59,4	— 1,2
14......	12.16.57	21.49.25,73	+ 1,06	109.30.31,5	— 3,5
19......	11.52.30	21.44.36,93	+ 0,98	110. 2.52,1	— 0,2
26......	11.18.24	21.38. 1,53	+ 0,76	110.42.38,5	+ 0,8
Sept. 4......	10.37.31	21.32.31,39	+ 1,39	111.21.23,3	+ 0,6
		(258) Tiche.			
Août 12......	10.19.31	19.43.47,35	»	86.24.29,4	»
14......	10.10.28	19.42.35,68	»	»	»
		(3) Junon.			
Août 17......	11.53.21	21.37.35,11	+ 9,43	94. 3. 2,4	—20,0
19......	11.43.51	21.35.57,17	+ 9,23	94.21.35,9	—17,9

Dates. 1891.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		③ JUNON (suite).			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Août 21......	11.34.22	21.34.19,82	+ 9,49	94.40.34,2	−18,5
22......	11.29.38	21.33.31,33	+ 9,60	94.50.12,8	−18,3
26......	11.10.43	21.30.19,50	+ 9,41	95.29.36,4	−18,4
Sept. 4......	10.28.44	21.23.42,17	+ 9,27	97. 0.44,9	−15,8
7......	10.15. 0	21.21.45,98	+ 9,08	97.31. 3,9	−13,0
8......	10.10.28	21.21. 9,64	+ 9,09	97.41. 1,7	−15,6
9......	10. 5.57	21.20.34,44	+ 9,02	97.50.59,2	−15,2
11......	9.56.59	21.19.27,98	+ 8,90	98.10.42,5	−14,4
12......	9.52.32	21.18.56,88	+ 8,95	98.20.29,4	−12,0
16......	9.34.58	21.17. 6,55	+ 8,82	98.58.32,9	−12,0
19......	9.22. 4	21.15.59,78	+ 8,72	99.25.59,7	−10,6
23......	9. 5.14	21.14.53,05	+ 8,35	100. 0.48,9	−10,3
25......	8.56.59	21.14.29,96	+ 8,42	100.17.23,6	−10,1
28......	8.44.49	21.14. 7,90	+ 8,12	100.41. 7,2	−10,3
29......	8.40.50	21.14. 4,14	+ 8,11	100.48.44,9	− 8,2
		① CÉRÈS.			
Août 24......	11.56.21	22. 8.11,60	+ 0,42	117. 4.35,0	− 4,6
26......	11.46.47	22. 6.28,51	+ 0,96	117.14. 6,3	− 5,4
28......	11.37.12	22. 4.45,76	+ 1,12	117.22,57,0	− 6,4
Sept. 2......	11.13.22	22. 0.34,84	+ 1,31	117.41.59,0	− 6,2
4......	11. 3.54	21.58.57,80	+ 1,04	117.48.19,3	− 4,1
8......	10.45. 6	21.55.53,03	+ 1,14	117.53.35,8	− 5,1
9......	10.40.26	21.55. 8,65	+ 0,90	118. 0.40,5	− 5,6
10......	10.35.47	21.54.25,59	+ 1,04	118. 2.34,7	− 4,8
11......	10.31. 9	21.53.43,25	+ 0,93	118. 4.19,2	− 2,1
12......	10.26.32	21.53. 2,19	+ 1,08	118. 5.47,3	− 4,1
16......	10. 8.14	21.50.28,11	+ 1,06	118. 9.51,7	− 4,8
19......	9.54.43	21.48.44,64	+ 0,87	118.10.59,0	− 2,4
23......	9.37. 0	21.46.44,79	+ 1,04	118. 9.48,2	− 6,0
24......	9.32.38	21.46.17,93	+ 0,88	118. 9. 8,2	− 2,6
25......	9.28.16	21.45.52,26	+ 0,54	118. 8.13,1	− 3,8
28......	9.15.21	21.44.44,95	+ 0,83	118. 4.31,2	− 2,6
		(47) AGLAÉ.			
Août 28......	11.49.32	22.17. 7,99	»	105.20.58,2	»
Sept. 2......	11.27.26	22.14.40,66	»	105.33.11,9	»
4......	11.16.11	22.11.17,24	»	105.35.44,5	»

Dates 1891.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(47) Aglaé (suite).			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	
Sept. 7......	11. 2. 2	22. 8.55,95	»	105.40.23,0	»
8......	10.57.21	22. 8.10,51	»	105.41.50,7	»
9......	10.52.40	22. 7.25,45	»	105.43.21,6	»
10......	10.48. 1	22. 6.42,05	»	105.44.11,0	»
		(61) Danaé.			
Sept. 7......	11.54.44	23. 1.46,15	»	89. 4.46,7	»

» Les comparaisons de Mnémosyne se rapportent à une éphéméride communiquée par M. Luther; celles de Vesta, Junon, Pallas, Cérès aux éphémérides du *Nautical almanac*, et celles de Harmonia à l'éphéméride du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations de août 17, août 21 à septembre 12, septembre 23 et 25 ont été faites par M. Barré.

» Les observations de septembre 16, 19, 24, 28 et 29 ont été faites par M. E. Viennet et toutes les autres observations ont été faites par M. Callandreau. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la propagation des oscillations électriques.* Note de M. **H. Poincaré**.

« Dans une récente Communication, j'ai étudié la théorie de la propagation des oscillations hertziennes le long d'un fil indéfini ; mon but était surtout de voir si la théorie rendait bien compte de l'amortissement observé par M. Blondlot. Mais, comme le calcul complet, en tenant compte immédiatement de cet amortissement, aurait été trop compliqué, j'ai procédé d'une façon indirecte. J'ai commencé par supposer cet amortissement nul et j'ai déduit les conséquences de cette hypothèse. Comme la solution du problème doit être unique, il est clair que, si l'amortissement existe, ces conséquences devront se trouver en contradiction avec les conditions du problème et, en particulier, avec celle-ci, que les lignes de force doivent aboutir normalement aux conducteurs. Or, en supposant le fil infiniment mince, je n'ai pas rencontré ces contradictions, de sorte qu'on

devrait conclure à un amortissement nul; j'ai ajouté que, pour rendre compte de cet amortissement, il faudrait sans doute tenir compte du diamètre du fil.

» M. Brillouin m'a écrit alors pour me faire part de certaines observations : « Ne pourrait-on se demander, disait-il en substance, si la solution que vous proposez n'est pas en contradiction avec le principe de la conservation de l'énergie, ce qui expliquerait l'amortissement et permettrait de le calculer? » Il est aisé de voir que cette contradiction n'existe pas et que, si les lignes de force aboutissent normalement aux conducteurs, il y a conservation de l'énergie. En effet, d'après le théorème de Poynting, la quantité d'énergie qui traverse un élément de surface est égale au produit de la surface de cet élément, de la composante tangentielle de la force magnétique, de celle de la force électrique et du cosinus de l'angle de ces deux composantes. Or, si les lignes de force sont normales aux conducteurs, la quantité d'énergie qui traverse la surface de ces conducteurs est nulle parce que l'un de ces facteurs, à savoir la composante tangentielle de la force électrique, est toujours nul. Ma conclusion subsiste donc, mais la lecture de la lettre de M. Brillouin m'a suggéré une manière simple de tenir compte du diamètre du fil.

» Je reprends les notations de ma Communication citée; j'appelle M un point du diélectrique; x, y, z ses coordonnées; r_0 sa distance à l'origine; ρ sa distance à l'axe des z, c'est-à-dire au fil; A un point du fil; o, o et u ses coordonnées; $F(u-t)$ l'intensité du courant de conduction au point A.

» Nous avons trouvé l'expression de la fonction Π de Hertz, et celle de l'une de ses dérivées qui seule nous intéresse; voici cette expression :

$$\frac{d\Pi}{d\rho} = -\frac{F(r_0-t)}{r_0-z}\frac{\rho}{r_0}.$$

» Désormais, quand je parlerai de la fonction F et de ses dérivées F′, F″, ..., il restera sous-entendu que l'argument de cette fonction est $r_0 - t$ quand il n'est pas exprimé explicitement. On trouve ensuite :

» Pour la force magnétique

$$\frac{F'}{r_0-z}\frac{\rho}{r_0};$$

» Pour la composante de la force électrique perpendiculaire au fil

$$-\frac{F'\rho z}{(r_0-z)r_0^2}-\frac{F\rho}{r_0^3};$$

» Pour la composante de la force électrique parallèle au fil

$$-\frac{F'\rho^2}{(r_0-z)r_0^2}+\frac{Fz}{r_0^3}.$$

» Voyons maintenant ce qui se passe si le fil, au lieu d'être infiniment mince, est un cylindre de révolution de diamètre ρ_0. Je prends encore l'axe de ce cylindre pour axe des z; j'appelle ρ la distance du point M à cet axe; μ sa distance à une génératrice quelconque; r sa distance au point où cette génératrice coupe le plan des xy; r_0 sa distance à l'origine et enfin φ l'angle dièdre formé par les plans qui se coupent suivant l'axe des z et qui passent l'un par le point M, l'autre par la génératrice considérée. Il vient alors

$$\mu^2=\rho^2+\rho_0^2-2\rho\rho_0\cos\varphi$$

et

$$-2\pi\frac{d\Pi}{d\rho}=\int_0^{2\pi}\frac{F(r-t)(r+z)}{r}\,\frac{\rho-\rho_0\cos\varphi}{\mu^2}\,d\varphi.$$

Comme si le diamètre n'est pas trop grand, r diffère très peu de r_0, nous pouvons écrire sans erreur sensible

$$-2\pi\frac{d\Pi}{d\rho}=F(r_0-t)\left(1+\frac{z}{r_0}\right)\int_0^{2\pi}\frac{\rho-\rho_0\cos\varphi}{\rho^2+\rho_0^2-2\rho\rho_0\cos\varphi}\,d\varphi,$$

ou enfin

$$\frac{d\Pi}{d\rho}=-\frac{F}{r_0-z}\,\frac{\rho}{r_0};$$

d'où cette conséquence, que le champ électromagnétique est sensiblement le même à l'extérieur du fil que si tout le courant était concentré sur l'axe de ce fil. Les formules précédentes sont donc encore applicables; seulement, dans le calcul de l'énergie, il ne faudra étendre les intégrations qu'au diélectrique, c'est-à-dire aux points tels que $\rho>\rho_0$.

» Le carré de la force magnétique est

$$\frac{F'^2}{(r_0-z)^2}\,\frac{\rho^2}{r_0^2}.$$

» Le carré de la force électrique est

$$\frac{F'^2}{(r_0-z)^2}\,\frac{\rho^2}{r_0^2}+\frac{F^2}{r_0^4}.$$

» Pour avoir l'énergie, avec les unités adoptées, il faut faire la somme

de ces deux carrés, intégrer cette somme en étendant l'intégration à tous les éléments de volume $d\tau$ du diélectrique et diviser par 8π. L'énergie est donc égale, au facteur près, $\frac{1}{8\pi}$, à

$$\int \frac{2F'^2}{(r_0 - z)^2} \frac{\rho^2 \, d\tau}{r_0^2} + \int \frac{F^2 \, d\tau}{r_0^4}.$$

» Si je suppose que ρ_0 soit très petit, je vois immédiatement que la première intégrale est très grande, tandis que la seconde est finie. Si l'on fait le calcul en négligeant les quantités de l'ordre de ρ_0, et si l'on pose, pour abréger, $r_0 - t = v$, de telle façon que F et F' soient des fonctions de v, on trouve que l'énergie totale est égale à

$$E = \int_{-\infty}^{+\infty} \left[-F'^2 \left(\log \frac{\rho_0}{2(v+t)} + \frac{1}{2} \right) + \frac{F^2}{2(v+t)^2} \right] dv.$$

» Cette énergie totale dépend de t que l'on voit figurer sous le signe $\int$; sa dérivée, par rapport à t, se réduit à

$$\frac{dE}{dt} = \int_{-\infty}^{+\infty} \left[\frac{F'^2 \, dv}{v+t} - \frac{F^2 \, dv}{(v+t)^3} \right].$$

» Ce résultat, qu'il est aisé de vérifier à l'aide de l'intégrale de Poynting, montre que $\frac{dE}{dt}$ est fini si ρ_0 est très petit, tandis que E est infiniment grand à cause de la présence du logarithme de ρ_0.

» Pour qu'il y eût conservation de l'énergie, il faudrait que $\frac{dE}{dt}$ fût nul; comme il n'en est pas ainsi, il faudrait, pour conserver au courant de conduction son intensité primitive, lui fournir dans le temps dt une quantité d'énergie égale à $\frac{dE}{dt} dt$; si donc une source étrangère ne fournit pas cette quantité d'énergie, il faut que le courant s'amortisse. Si l'amortissement est assez faible pour que les calculs précédents puissent être acceptés comme première approximation, le taux de cet amortissement (c'est-à-dire la quantité dont le logarithme de l'intensité du courant diminue dans l'unité de temps) peut être regardé comme égal à

$$\frac{dE}{dt} \frac{1}{2E}.$$

» Ce rapport est infiniment petit si ρ_0 est lui-même très petit; c'est ce qui nous explique pourquoi nous avons trouvé un amortissement nul en

négligeant le diamètre du fil. J'ajoute que si la longueur d'onde est petite et si l'on suppose que la perturbation a parcouru déjà une grande longueur de fil, on peut négliger dans E et $\frac{dE}{dt}$ les termes en F^2 devant ceux en F'^2.

» Il serait curieux, mais sans doute assez difficile, de vérifier expérimentalement les conséquences de cette théorie, en cherchant si l'amortissement dépend du diamètre du fil. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvel échec de la théorie ascendante des cyclones.* Note de M. **Faye**.

« La théorie convectionnelle ou ascendante des grands mouvements tournants de l'atmosphère vient de subir un nouvel échec. Il y a peu d'années, dit M. William Morris (¹), un des météorologistes les plus éminents des États-Unis, l'opinion la plus généralement répandue, classait tous les cyclones comme des tourbillons de convection dans lesquels la chaleur latente dégagée de la vapeur d'eau condensée jouait le plus grand rôle. Mais, dans ces deux dernières années, il s'est produit une divergence d'opinion à ce sujet, et nombre d'auteurs en viennent à regarder les tempêtes cycloniques des régions tempérées comme des tourbillons engendrés en haut, dans la circulation générale de l'atmosphère et non plus comme provenant d'une action spontanée de convection. L'argument le plus simple et le plus direct en faveur de cette manière de voir, c'est le grand nombre des cyclones qui ont lieu en hiver dans les hautes latitudes. Si ceux-ci avaient une origine convectionnelle, ils devraient être le plus fréquents en été; mais, en hiver, le décroissement vertical de la température est généralement faible et le retard que subit le refroidissement dans les courants ascendants s'oppose à ce que la chaleur latente se dégage aussi bien par les basses températures de l'hiver que par les hautes températures de l'été. Ajoutez à cela que les observations de montagne, discutées par M. Hann dans ces deux dernières années, ont montré que, dans les pays tempérés, les cyclones sont plus froids que les anticyclones, ce qui montre bien que la théorie convectionnelle ne s'applique pas à ces phénomènes.

(¹) *The American meteorological Journal;* may 1892, p. 19 et 20.

» L'échec, on le voit, est considérable. On avait cru jusqu'ici que tous les cyclones indistinctement avaient même origine et devaient recevoir la même explication. Aujourd'hui on reconnaît qu'il n'en est rien, et que si les cyclones des zones torrides viennent d'en bas, ceux des régions tempérées viennent d'en haut et prennent leur origine dans les courants supérieurs de l'atmosphère, ce que j'ai toujours soutenu pour tous les cyclones indistinctement.

» Il n'est pas possible d'adopter deux explications diamétralement opposées pour deux phénomènes qu'on avait cru jusqu'ici, avec raison, identiques dans leurs traits généraux. Ils suivent les mêmes routes; ils ont la même rotation, avec de simples différences de violence; ils présentent le même phénomène du calme central, moins accentué seulement pour les uns; ils sont également plus froids que les anticyclones, sauf dans la région du calme central, et engendrent les mêmes mouvements secondaires de giration, tels que trombes internubaires, orages, grêles, averses, tornados, etc., quoique avec moins d'ampleur en hiver.

» Pour prendre un exemple entre des centaines ([1]), considérons l'ouragan formidable qui est venu frapper les côtes des États-Unis vers le cap Hatteras au mois d'août 1887, et qui a continué sa course destructive au delà du Grand-Banc jusqu'en Europe. Voilà certes un cyclone des zones tempérées. Cependant, quelques mois après, les rapports émanés des maîtres de navire permettaient de tracer la grande courbe parabolique qu'il avait décrite entre Saint-Thomas, Hatteras, le cap Race et les côtes septentrionales de la Norvège. Bien plus, un rapport reçu par le *British meteorological Office* d'un vaisseau venant de l'Équateur nous apprenait que la même tempête avait débuté au loin, au large des côtes d'Afrique, à l'ouest des îles du Cap-Vert. Le voilà donc transformé en ouragan de la zone torride, ce qui ne l'a pas empêché d'aboutir dix-sept jours après en Norvège. Faut-il croire que, dans la première moitié de sa course de 2500 lieues, cet ouragan a pris dans le sol son point de départ et que, dans l'autre moitié, il l'a pris dans les régions supérieures de l'atmosphère.

» Cette théorie n'en est pas à son premier échec. Elle avait d'abord nié le mouvement de giration des cyclones, des tornados et des trombes. Arago, rendant compte en 1835 des progrès de la Météorologie aux États-Unis, disait que la seule conclusion à en tirer était qu'il y avait à la

---

([1]) *The great storm of the Atlantic coast of the United States*, by Everett Hayden. Introduction.

fois des tempêtes fixes et des tempêtes animées d'un fort mouvement de giration et de translation ([1]).

» Cédant à la longue à l'accumulation des faits, elle a fini par accepter cette giration indéniable et a cherché à l'expliquer par la rotation diurne du globe terrestre, ce qui conduisait à faire marcher les prétendus courants centripètes suivant des spirales logarithmiques coupant les isobares sous des angles de 60°, et donnant des girations d'un quart de tour! Puis, comme ces spirales étaient la négation du calme central des cyclones, on a admis que près du centre ces spirales devenaient circulaires. Et, comme il était matériellement impossible d'étendre cette explication aux trombes et aux tornados, on s'est résolu à chercher en haut, dans les régions supérieures, l'explication de leur giration bien plus violente encore que celle des cyclones. Mais, comme on ne pouvait se déterminer à renoncer aux mouvements ascendants et à l'aspiration par laquelle les trombes pompent jusqu'aux nues l'eau des mers et des étangs, on a dû admettre que; si les girations étaient descendantes dans les trombes et les tornados, elles n'entraînaient l'air en aucune façon et que le courant de l'air échauffé par en bas continuait à monter tandis que les girations nées en haut parcouraient, en descendant, chose inintelligible, pour nous du moins, cette masse ascendante.

» Quant à l'admirable phénomène de la translation toute géométrique qui fait décrire aux cyclones des deux hémisphères des paraboles symétriques par rapport à l'équateur, phénomène qu'il fallait avant tout expliquer, la théorie de la convection y a toujours échoué. On hésite encore entre deux erreurs, la *drift theory* et la *wave theory* ([2]). Enfin, on vient nous dire aujourd'hui que les cyclones tropicaux n'ont pas du tout la

---

([1]) Les deux théories en présence étaient soutenues d'une part par Redfield et Reid, d'après les faits, d'autre part par Espy et le Dr Bache d'après une vue entièrement fausse suivant laquelle les tempêtes, les trombes et les tornados étaient produits par une raréfaction locale de l'air, et par le mouvement centripète de l'air ambiant se précipitant pour combler cette raréfaction.

([2]) Et quand nous passons aux détails, que dire de cette idée que les vents observés à la surface de la terre sont centripètes et vont, en s'élevant, alimenter le cyclone, tandis qu'au fond ces vents sont tout simplement les effets des girations descendantes détruites par le contact violent avec le sol et n'accusent même plus, près du centre, la moindre déviation vers le centre? Voir les Notes du 19 mai 1891 sur un Mémoire de M. de Bezold relatif à la théorie des cyclones du 8 juin 1891 et sur les courants de déversement qui donnent naissance aux cyclones.

même origine que les cyclones des régions tempérées; que les premiers sont des phénomènes de convection, et que les seconds sont, tout au contraire, nés dans les régions supérieures de l'atmosphère.

» Cette théorie de la convection, autrement dit, des courants centripètes ascendants, malgré toutes les corrections qu'on lui a fait subir depuis cinquante ans, n'a donc jamais pu s'accommoder aux faits ([1]). Celle que j'ai proposée, au contraire, il y a vingt ans, n'a jamais rencontré dans les faits la moindre contradiction ([2]), et elle rend compte, *de la manière la plus simple*, des girations et des grands mouvements de translation. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le Singe de Montsaunès découvert par* M. Harlé. Note de M. **Albert Gaudry.**

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie une pièce dont la découverte dans le quaternaire de France était inattendue. C'est une portion de mandibule de Singe qui a été trouvée par M. Harlé, ingénieur à Toulouse. En exploitant une carrière à Montsaunès, entre Saint-Martory et Salies dans la Haute-Garonne, on a mis à découvert un couloir que M. Harlé a pu suivre sur une longueur de 215^m; il y a observé des accumulations de coprolites d'Hyènes et les os de plusieurs animaux quaternaires. C'est au milieu d'eux qu'il a rencontré la pièce de Singe que je présente à l'Académie. M. Harlé a bien indiqué ses caractères. En la com-

([1]) Elle en est à faire croire aux habitants des États-Unis qu'on pourrait provoquer des orages et des averses par des courants ascendants nés d'incendies ou d'autres moyens artificiels. Voir ma Notice du 25 avril 1892 sur les moyens de provoquer artificiellement la formation des pluies.

([2]) Pour se rendre compte du très petit nombre des cyclones intertropicaux en hiver, il suffit de se reporter à ce que j'ai dit sur le rôle des cirrus dans les tempêtes (par exemple, dans les *Comptes rendus* du 8 juin 1891). Très près de l'équateur en hiver, la quantité de cirrus formés dans le bourrelet équatorial va en diminuant; il atteint son maximum vers la fin de l'été, tandis que les cyclones des régions tempérées puisent, en toute saison, dans les cirrus formés sur une partie bien plus grande de l'atmosphère comprise entre l'équateur et le 30e degré de latitude, c'est-à-dire sur la moitié d'un hémisphère. De là le grand nombre des cyclones d'hiver dans les régions tempérées. Ils mettent en jeu moins de cirrus, reportés sur une surface beaucoup plus grande, en sorte qu'ils donnent lieu à moins d'orages. Il faut tenir compte, en outre, de la facilité de segmentation des cyclones démesurés qui arrivent aux hautes latitudes et se résolvent en bourrasques successives.

parant avec nos échantillons du Muséum, je trouve, comme M. Harlé, la plus grande ressemblance avec le Magot de Gibraltar et d'Algérie. Les arrière-molaires, n'ayant pas encore fonctionné, ont leurs denticules aigus. Les dents sont un peu plus petites que dans les Magots que j'ai vus; la dernière prémolaire est comparativement plus faible. Le bord antérieur de la mandibule semble tourner, comme si le menton avait été moins allongé; ces différences peuvent être individuelles ou accidentelles. Il est difficile d'avoir une certitude pour une détermination spécifique avec une pièce qui ne porte que trois dents.

» L'intérêt de la pièce découverte par M. Harlé consiste dans la constatation que nos pères ont vu un Singe au nord des Pyrénées à un moment de l'époque quaternaire. Pendant une partie de cette époque, les Pyrénées, comme chacun le sait, ont eu de vastes glaciers, et il y a eu de grandes troupes de Rennes. Ce n'est sans doute pas dans cette phase glaciaire que le Singe de Montsaunès a vécu. »

PHYSIOLOGIE. — *Effets physiologiques d'un liquide extrait des glandes sexuelles et surtout des testicules* (¹); par M. **Brown-Séquard.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats principaux observés sur moi-même et sur un nombre extrêmement considérable de personnes, après des injections sous-cutanées ou intra-rectales (²) de liquides extraits des testicules ou des ovaires. Ces injections, depuis trois ans que j'en ai proposé l'usage, ont été employées dans presque toutes les parties du monde, et, comme on le verra, non sans succès, contre la faiblesse dépendant d'un âge avancé ou des maladies les plus variées.

» Déjà en 1869, dans un cours à la Faculté de Médecine de Paris, j'avais émis l'idée que les glandes ont des sécrétions internes et fournissent au sang des principes utiles sinon essentiels. Je croyais, dès alors, que la faiblesse chez les vieillards dépend non seulement de l'état sénile des organes, mais aussi de ce que les glandes sexuelles ne donnent plus au

(¹) Ce travail a été communiqué à l'Académie dans la séance du 23 mai.

(²) J'ai fait usage, en 1890, d'injections intra-rectales et souvent avec presque autant de succès que par des injections sous la peau; mais pour obtenir des effets favorables par ce procédé, il importe d'employer un liquide très concentré et contenant tout ce que l'on peut retirer de deux testicules entiers, c'est-à-dire de 10 à 20 fois plus que par l'autre procédé.

sang des principes qui, à l'âge adulte, contribuent largement à maintenir la vigueur propre à cet âge. Il était donc tout naturel de songer à trouver un moyen de donner au sang de vieillards affaiblis les principes que les glandes sexuelles ne lui fournissent plus. C'est ce qui m'a conduit à proposer l'emploi d'injections sous-cutanées d'un liquide extrait de ces glandes.

» Les testicules et les ovaires ont au moins trois grands usages distincts consistant : le premier, dans leur rôle bien connu dans la génération; le second, dans l'influence aussi très connue qu'exercent les principes résorbés dans ces glandes sur les centres nerveux et qui donnent à l'homme et à la femme les caractères physiques, moraux et intellectuels qui appartiennent en propre à l'un et à l'autre; le troisième, dans une action tonifiante spéciale qui augmente certaines puissances d'action de la moelle épinière et du cerveau.

» C'est ce dernier point qui fait l'objet de ce travail. J'y ai surtout été conduit par les faits bien connus que chez les individus des deux sexes privés, dans la première enfance, des testicules ou des ovaires, de même que chez ceux qui s'épuisent par la masturbation ou des excès sexuels, les centres nerveux perdent considérablement de leur puissance. On sait aussi que chez ceux qui, naturellement vigoureux, se privent absolument de relations sexuelles, les puissances de la moelle épinière et du cerveau s'exagèrent jusqu'à atteindre souvent un état morbide.

» Après m'être assuré, chez des animaux, de l'influence tonifiante d'injections d'extrait liquide de testicules et de l'innocuité de cette opération faite avec certaines précautions, j'ai fait en 1889, sur un savant bien connu âgé de 72 ans, des injections dont les résultats ont dépassé tout ce que j'en espérais. Je n'indiquerai ici que les principaux de ces résultats.

» Depuis mars 1860 où ce savant a commencé, à l'aide du dynamomètre universellement employé par les médecins, à mesurer la force des muscles fléchisseurs, à son avant-bras droit, cette force avait graduellement diminué jusqu'en mai 1889, où les premières injections ont été faites. Le poids maximum, d'après les indications de l'index a été, en 1860, de 50^{kg}. En 1863, il était de 46^{kg} et en 1889 (du 5 au 15 mai) de 37^{kg}. La moyenne d'un très grand nombre d'essais durant les dix jours qui ont précédé la première injection, faite le 15 mai, a été de $34^{kg},5$ (de 32^{kg} à 37^{kg}). *Dès le lendemain de cette injection, cette moyenne s'était élevée à* 41^{kg} (de 39^{kg} à 44^{kg}). Il y avait donc eu un gain très évident de force (de $34^{kg},5$ à 41^{kg}). Le maximum de force marqué par le dynanomètre en 1863 avait été de 46^{kg}. Ce chiffre a été presque atteint 26 ans après, puisque le maximum en 1889, après les injections, a été de 44^{kg}, chiffre bien plus considérable que celui qui avait été observé avant la première injection,

lequel, au maximum, n'avait été que de 37^{kg}. Le sujet de l'expérience, âgé aujourd'hui de 75 ans, a pu, en présence de plusieurs membres de l'Académie, mouvoir encore 44^{kg}.

» Le sujet de l'expérience avait notablement perdu de ses forces durant les dix ou douze années qui l'avaient précédée. Avant le 15 mai 1889, il était si faible qu'il lui fallait toujours s'asseoir après avoir travaillé debout, une demi-heure, au laboratoire. Même en restant assis, il était épuisé après trois ou quatre heures d'expérimentation et quelquefois même après deux heures seulement. Très fréquemment, depuis plus de dix ans, l'épuisement était tel, le soir, lorsqu'il quittait le laboratoire, qu'il était obligé de se mettre au lit, où le sommeil lui faisait défaut à cause de l'excès de fatigue. Dès le lendemain du jour de la première injection, mais plus encore les jours suivants (cinq injections avaient été faites en trois jours, les 15, 16 et 17 mai), un changement radical avait eu lieu en lui et il avait recouvré autant de force que nombre d'années avant. Au grand étonnement de ses assistants, MM. d'Arsonval et Hénocque, il était devenu capable de faire des expériences pendant plusieurs heures, en se tenant debout, sans ressentir le besoin de s'asseoir. En rentrant du laboratoire, il était si peu fatigué qu'il était devenu capable de s'occuper longtemps de la rédaction de Mémoires sur des sujets difficiles, ce qu'il n'avait pu faire depuis un très grand nombre d'années (1).

» Le jet de son urine, mesuré avec grand soin dans les dix jours qui ont précédé et les vingt jours qui ont suivi sa première injection, a montré un gain de plus d'un quart. Je n'ai pas besoin de dire que les circonstances étaient les mêmes, dans tous les cas, avant et après cette injection : les émissions avaient lieu à la même heure, après un repas se composant d'aliments semblables et de la même quantité de boisson. Ici, comme pour la force des membres, on a la preuve que la puissance de sa moelle épinière était considérablement augmentée. Il en a été de même à l'égard de la défécation qui, chez lui, était devenue extrêmement laborieuse et même quelquefois impossible sans moyens artificiels. Dans les quinze jours qui ont suivi la première injection, un changement radical est survenu chez lui : l'acte réflexe de la défécation avait repris son état normal.

» Enfin, le travail intellectuel, qui était devenu très pénible, est redevenu facile dès après les premières injections.

» Ceux qui connaissent la puissance des auto-suggestions se demanderont si tous les effets montrant une augmentation de force chez le vieillard dont j'ai donné l'histoire n'ont pas été produits par une simple influence du moral sur le physique. Que cette influence ait eu une part dans la production de ces effets, ce n'est pas moi qui le nierai. Mais des faits extrêmement nombreux et absolument décisifs se sont accumulés depuis trois ans, montrant que c'est bien à une action physique et directe du liquide testiculaire sur le centre cérébro-rachidien et surtout sur la moelle épinière qu'il faut attribuer, dans l'immense majorité des cas, les augmentations de force

---

(1) Le sujet de l'expérimentation, le 28 octobre dernier, se disposant à partir pour Nice, où il devait passer six mois, a eu à rester debout ou à marcher pendant plus de seize heures, surveillant l'emballage de livres, de manuscrits, d'instruments, etc.; il est arrivé à Nice le lendemain soir, ayant à peine dormi, et néanmoins *il ne ressentait aucune fatigue*. Il était à ce moment âgé de 74 ans et 8 mois.

qu'on observe après l'injection sous-cutanée de ce liquide. Une expérience de M. Variot en a donné la preuve pour la première fois. Dans un service d'hôpital où nombre de vieillards avaient réacquis de la force après l'injection du liquide testiculaire, on annonça à un vieillard très affaibli qu'on allait lui donner de la force comme aux autres et par le même moyen, mais sans qu'il le sût, au lieu du liquide tonifiant on lui injecta de l'eau pendant nombre de jours sans qu'il y eût chez lui la moindre apparence d'augmentation de force. A l'improviste et sans que le malade pût savoir qu'on avait fait un changement, on fit une injection de liquide testiculaire. Dès le lendemain la vigueur générale avait augmenté et elle continua à croître après d'autres injections de ce liquide. Je connais un grand nombre de faits plus ou moins analogues à celui-là, et nombre d'autres d'un caractère bien différent, mais conduisant à la même conclusion. Ainsi des individus affaiblis par l'âge ou la maladie et qui étaient soumis à des injections de morphine ou de strychnine ou d'atropine, sans changement dans leur vigueur, ont eu sans en avoir le moindre soupçon des injections de liquide testiculaire, après lesquelles la force leur est revenue à un très notable degré. De plus, chez des centaines de malades affaiblis par les causes les plus variées, qui avaient un très grand espoir d'acquérir de la force par des injections de liquide testiculaire, le retour de la vigueur n'est venu qu'après plusieurs et même un grand nombre d'injections et souvent avec lenteur. Très fréquemment donc, l'auto-suggestion ne joue aucun rôle dans la production des effets des injections de liquide testiculaire et ces effets doivent être attribués surtout ou entièrement à une influence dynamogénique ou tonifiante de ce liquide, s'exerçant sur les centres nerveux.

» La durée des effets produits par le liquide testiculaire chez les vieillards est considérable quelquefois. Pour abréger, je me bornerai à dire que la vigueur de la moelle épinière montrée par la force des membres peut durer un mois et même plus après la cessation des injections, et que la force de la vessie et du rectum peut persister encore davantage.

» Je crois devoir montrer, par quelques cas remarquables, combien est grande l'influence dynamogéniante du liquide testiculaire :

» Un vieillard de quatre-vingt-neuf ans était affaibli à un tel degré qu'il pouvait à peine monter ou descendre l'escalier de sa maison, bien qu'il demeurât au premier étage. Après un certain nombre d'injections de liquide testiculaire, faites par le Dr Variot, il avait recouvré tant de force qu'il pouvait faire de longues promenades à cheval sans fatigue. Ce retour à la vigueur persistait encore après deux ans, pendant lesquels le Dr Variot n'avait pourtant pas fait un très grand nombre d'injections.

» Chez un vieillard mourant de cachexie paludéenne, ne pouvant plus même ouvrir les yeux, une injection de liquide testiculaire de singe, faite par le Dr Laurent, de Port-Louis (île Maurice), a eu un tel effet que le malade a pu le lendemain se lever seul, après avoir été plusieurs années confiné au lit. Dans une lettre qui m'a été communiquée par le Dr Tholozan, ami du malade, celui-ci, après plusieurs injections de liquide testiculaire de cobaye et de singe, déclare qu'il est « complètement rétabli et » plus fort qu'il y a trois ans. »

» Un physiologiste de grand mérite, plusieurs fois lauréat de l'Académie, M. E. Gley, m'a fourni l'histoire d'une jeune malade, femme d'un médecin de Paris, qui a été tirée quatre fois, dans l'espace de quatre ou cinq mois, d'un état de profonde anémie, consécutif à de profuses hémorragies pulmonaires, à l'aide d'injections de liquide séminal. La première fois, en juillet 1889, la faiblesse était telle que la malade ne pouvait plus dire que quelques mots et à voix basse. Quelques heures après une seule injection du liquide spécial qui était employé (voir *Archives de Physiologie*, p. 644; 1890), l'état adynamique avait disparu, et déjà, les jours suivants, la malade avait pu supporter sans fatigue des excursions à la campagne et des visites prolongées à l'Exposition.

» L'expérimentateur sur lequel les premières recherches sur le liquide testiculaire ont été faites a été très malade à Nice, en janvier 1891. Bien que soigné par notre éminent confrère, M. Bouchard, il était arrivé presque à l'agonie.

» Affaibli d'abord par une entérite extrêmement intense, qui avait résisté à un traitement très énergique pendant plus de dix jours et qui s'était montrée chez lui au quinzième mois d'une coqueluche violente, il avait été atteint de contracture rhumatismale des muscles du thorax (intercostaux et autres) et parfois aussi du diaphragme. De plus, l'état morbide du bulbe dû à la coqueluche, après avoir causé du hoquet d'une manière presque non interrompue pendant deux ou trois jours, déterminait parfois du spasme de la glotte et d'autres fois, simultanément : 1° de l'arrêt des échanges entre les tissus et le sang, montré par le fait que le sang était rouge dans les veines, malgré une cessation complète de tout mouvement respiratoire (durant souvent plus de deux minutes); 2° une diminution considérable (en force et en vitesse) de l'action cardiaque. M. Bouchard ayant été obligé de le quitter, il était soigné par le Dr Frémy, qui, le trouvant mourant, voulut bien lui faire une injection de 2^gr d'un liquide testiculaire très fort, préparé tout exprès quelques jours avant par M. d'Arsonval. Deux heures après l'injection, tous les phénomènes morbides dépendant de l'état du bulbe, ainsi que les contractures rhumatismales des muscles respiratoires, disparurent complètement et ne se sont plus remontrés depuis lors. Quant à la faiblesse qui, avant l'injection, était telle que le malade ne pouvait soulever sa tête, qu'il ne pouvait se tourner dans son lit et encore moins en descendre et y remonter, elle avait cessé à ce point que tous ces actes étaient devenus faciles.

» En présence d'un fait si remarquable, il y a lieu de se demander si c'est vraiment l'injection qui a fait disparaître si rapidement les manifestations des états morbides divers qui existaient. Je ne puis pas l'affirmer, mais ce qui est certain, c'est que la faiblesse si considérable qui avait envahi depuis nombre de jours presque toutes les parties du corps et atteint depuis vingt-quatre heures le degré d'une paralysie à bien peu près complète, a promptement cessé sous l'influence tonifiante du liquide injecté.

» Les faits que j'ai rapportés et un très grand nombre d'autres montrent clairement la puissance du liquide extrait des testicules pour augmenter les forces d'action des centres nerveux. Mais la question reste de savoir par quel mécanisme ce liquide agit pour produire cet effet, après son entrée dans le sang, par absorption. Je suis obligé, aujourd'hui, de me

borner à affirmer que ce liquide n'agit pas comme un excitant, comme un stimulant, mettant en jeu les forces qui préexistent et amenant nécessairement par là un épuisement plus ou moins grand. Jamais l'emploi du liquide testiculaire n'a été, après un temps plus ou moins long, suivi de la déperdition de forces que l'on peut constater après l'usage de certains stimulants. Ce qui a lieu, ainsi que je le montrerai dans un travail spécial, c'est une augmentation de ces transformations de forces auxquelles nous devons les puissances diverses de la moelle épinière et du cerveau. »

GÉOLOGIE. — *Sur les relations du terrain dévonien et du terrain carbonifère à Visé*. Note de M. J. Gosselet.

« Le calcaire de Visé est célèbre par les nombreux fossiles que l'on y trouve et il a été illustré par les travaux de de Koninck. Ses fossiles avaient d'abord été rapportés uniquement au calcaire carbonifère. Cependant, la présence de la *Rhynchonella cuboides* faisait croire qu'il y a aussi du dévonien. Dumont et de Ryckoldt l'avaient admis. M. Horion a fait connaître, il y a longtemps, qu'une partie considérable du calcaire de Visé est dévonien.

» Mais la disposition stratigraphique des terrains et leurs rapports laissaient encore bien des incertitudes. J'ai donc accepté avec grand plaisir l'offre que m'a faite, l'année passée, M. Horion de me guider dans les environs de Visé, dont il a exploré chaque carrière et chaque rocher pendant de longues années.

» Le calcaire carbonifère de Visé doit être rapporté uniquement à l'étage viséen de M. Dupont; il est tout entier supérieur à la dolomie de Namur. C'est donc la partie supérieure du calcaire carbonifère. Cependant, M. Horion a pu y distinguer plusieurs horizons paléontologiques distincts.

» Il est en grande partie massif; toutefois, les caractères de couleur et de structure permettent d'y reconnaître des bancs ou plutôt des zones stratigraphiques, car généralement ces zones superposées sont intimement soudées les unes aux autres et ne constituent pas des bancs distincts. Il est souvent bréchiforme. Les fragments de la brèche sont en marbre dont la structure ne diffère pas de celle de la pâte; on les reconnaît à la couleur et au grain; quelquefois, ils sont entourés d'une légère zone de calcite. Les fragments de la brèche étaient donc déjà à l'état de marbre lorsqu'ils ont été brisés et empâtés dans des sédiments nouveaux. C'est un fait que j'ai constaté bien des fois, particulièrement à Bachant. On doit en conclure

que, dans les mers carbonifères, la marmorisation suivait d'assez près la sédimentation.

» Le calcaire dévonien appartient à l'étage frasnien; il est caractérisé par la présence de nombreux *Stomatopora* et parce qu'il est souvent à l'état de dolomie. Il ne présente jamais aucun indice de stratification, comme cela a lieu d'ordinaire dans les grandes masses de calcaire frasnien construites, étudiées par M. Dupont.

» Le calcaire carbonifère repose directement sur le calcaire dévonien et il est intimement soudé avec lui, de telle sorte que le même bloc est en partie carbonifère, en partie dévonien. C'est un fait dont je ne connais pas l'analogue. Ce qui en augmente encore la singularité, c'est qu'entre le dépôt des deux calcaires il y a un immense hiatus, correspondant au famennien, au tournaisien, au wauhortien et à la base du viséen, ensemble d'assises qui ont dans le voisinage une épaisseur d'environ 500^{m}.

» Dans un point, M. Horion a reconnu entre les deux calcaires un petit lit de matière schisteuse, verdâtre, analogue à celle qui accompagne le calcaire frasnien au sud de Liége. Dans un autre point, il a trouvé que le carbonifère commence par une brèche de fragments dolomitiques.

» La stratification de l'ensemble calcaire est très difficile à reconnaître. Il forme une sorte de dôme dans la vallée de la Meuse, entre Visé et Argenteau, et un double dôme dans la vallée de la Berwigne, à 4^{km} à l'est de la vallée de la Meuse.

» Les dômes calcaires dévono-carboniques sont recouverts par une assise de schistes alunifères et de phtanites appartenant au houiller inférieur et dont les couches sont horizontales, ou plongent sur les pentes du dôme.

» Le houiller repose directement sur le calcaire dévonien comme sur le calcaire carbonifère et sur les divers horizons de ce calcaire; il y a donc discordance légère entre les couches houillères et le calcaire.

» De plus, elles pénètrent dans des poches creusées à la surface du calcaire sous l'influence des eaux pluviales, absolument comme les couches tertiaires dans la craie du nord de la France.

» L'horizontalité des couches houillères démontre que le terrain n'a pas été bouleversé depuis leur dépôt.

» Les rudiments de stratification que l'on découvre dans le calcaire carbonifère sont en relation avec celle du houiller; partout les couches se relèvent sous des angles de 10° à 20° vers le centre des dômes, qui est oc-

cupé par le dévonien. Il est difficile de dire si cette inclinaison est primitive, ou si elle est le résultat d'un léger exhaussement du dôme.

» Quant à la stratification du dévonien, elle m'a complètement échappé; mais il n'y a pas de raisons pour croire qu'il ait subi un relèvement plus considérable que celui du calcaire carbonifère.

» Il y a, en outre, quelques failles, mais elles n'ont guère d'importance. Une seule, qui coupe la Berwigne au sud du four à chaux de Bridgebow, dérange les couches carbonifères au contact du dévonien.

» Le dévonien présente quatre affleurements principaux aux environs de Visé : 1° au nord de Richelle; 2° dans la vallée de Souvré; 3° entre la Ferme du chasseur et le four à chaux de Bridgebow; 4° vis-à-vis de Berneau.

» Bien que le dôme de Visé ne soit connu que dans les vallées de la Meuse et de la Berwigne, il se relie peut-être à l'est avec le pli anticlinal d'Aix-la-Chapelle, qui sépare le bassin houiller de l'Inde de celui de la Wurm. »

M. **A. de Tillo** fait savoir à l'Académie que la pluie de poussière abondante observée à Stockholm le 3 mai, d'après le télégramme adressé par M. Nordenskiöld à M. Daubrée (*Comptes rendus* du 9 mai 1892), s'est produite sur une grande étendue de la Russie d'Europe. Elle a été signalée les 2, 3 et 4 mai à Elisavetgrad, Pinsk, Kovno, Saint-Pétersbourg.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *Gilbert*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Amsler obtient.	40 suffrages.
M. Dwelshauvers-Dery obtient	8 »

M. **Amsler**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Étude des phénomènes physiques et chimiques sous l'influence des très basses températures.* Note de M. **Raoul Pictet** [1].

« Depuis plus de quinze années, je me suis convaincu que l'étude des phénomènes physiques et chimiques aux basses températures, comprises entre 0° et —200°, assure à la Science un champ d'investigations nouveau. C'est aussi pourquoi j'ai installé dans mon laboratoire des appareils très puissants sur le même principe que ceux dont je me suis servi en 1877 pour la liquéfaction des gaz.

» J'obtiens trois chutes de température par l'emploi méthodique de trois liquides volatils convenablement choisis et dont les vapeurs sont aspirées et comprimées par des compresseurs de construction spéciale.

» Un mélange de SO^2 et de CO^2 permet d'atteindre —110° dans le *premier cycle,* actionné par trois compresseurs en compound: c'est la première chute de température.

» Le *protoxyde d'azote* ou, à choisir, l'*éthylène* se liquéfie dans un serpentin, noyé dans le réfrigérant du premier cycle, puis, une fois liquéfié, se détend dans un deuxième cycle où l'abaissement de température arrive à —150° environ.

» Enfin, l'*air atmosphérique,* comprimé à 200^{atm} dans de grands réservoirs de 7^{mc} en acier, se liquéfie aisément à —150° et permet d'atteindre —210° à —213° comme température limite inférieure.

» Une disposition spéciale d'instruments auxiliaires permet de dessécher toutes ces vapeurs et d'éviter tout mélange de gaz malgré le vide assez complet sous lequel fonctionnent quelques-uns des compresseurs.

» Des manomètres métalliques et à mercure rendent la marche des trois cycles aussi précise qu'on peut le désirer, et facilitent le maintien des très basses températures pendant tout le temps nécessaire à une série d'expériences.

» *Mesure des températures.* — Les températures sont mesurées par des thermomètres à *hydrogène sec* sous quatre pressions différentes, puis par

---

(1) Ce travail a été lu dans la séance du 23 mai.

des thermomètres à alcool et à éther sulfurique vérifiés au préalable avec les thermomètres à hydrogène.

» *Rayonnement à basse température.* — Le premier résultat intéressant obtenu par l'étude du rayonnement à basse température a consisté dans la démonstration d'un rapport nouveau entre la *chaleur* et la *lumière*. On sait que la lumière rouge traverse les couches atmosphériques plus facilement que les autres couleurs correspondant aux ondes de l'éther *plus courtes :* c'est l'explication des splendides couchers du soleil sur les Alpes; de même j'ai pu constater que les vibrations calorifiques de l'éther correspondant *aux basses températures*, homologues du rouge dans le spectre, traversent tous les corps presque sans résistance. Un réfrigérant à 110°, par exemple, se réchauffe dans le laboratoire presque aussi vite s'il est entouré de 2^{cm}, de 10^{cm} ou de 50^{cm} de coton, de laine ou de bois.

» Il résulte de ce fait que toutes les expériences à très basses températures nécessitent de *grands compresseurs* et que, pour opérer normalement et travailler expérimentalement avec de l'air atmosphérique liquide, il faut disposer d'une force d'au moins 30 à 40 chevaux-vapeur, actionnant 6 à 7 compresseurs à tiroir et non à soupapes pour éviter les résistances des gaz à l'aspiration.

» *Anomalies de la cristallisation du chloroforme.* — En obtenant pour les chirurgiens du chloroforme *absolument pur* par cristallisation, j'ai été amené à observer l'*anomalie la plus étonnante que j'aie encore jamais vue en Physique*.

» Voici d'abord les faits :

» Un réfrigérant plein de protoxyde d'azote solide est maintenu à — 120°. Au centre de cet appareil, je place une éprouvette de 500^{cc} pleine de chloroforme, et dans l'éprouvette, un thermomètre. La température s'abaisse graduellement à — 68°,5 et la cristallisation commence.

» A côté de ce réfrigérant appartenant au second cycle, j'ai celui du premier cycle qui est maintenu régulièrement, pour cette expérience, à — 80°. Quand le chloroforme est à moitié cristallisé, je place l'éprouvette avec le chloroforme et le même thermomètre dans ce réfrigérant à — 80°. On devrait s'attendre à voir la cristallisation continuer, plus faiblement il est vrai; au contraire, on constate les deux faits que voici :

» 1° La température du thermomètre s'abaisse rapidement de — 68°,5 à — 80°; 2° les cristaux de chloroforme formés contre les parois de l'éprouvette fondent et disparaissent peu à peu.

» Vient-on à replacer l'éprouvette et son contenu dans l'autre réfrigérant à — 120°, aussitôt la température remonte à — 68°,5 et les cristaux se reforment contre la face intérieure de l'éprouvette.

» Donc, dans l'*enceinte la plus froide*, le thermomètre indique — 68°,5; dans l'enceinte la *moins froide*, le thermomètre s'abaisse à — 80° et les cristaux disparaissent.

» Ce fait est tellement anormal, et en opposition si capitale avec tout ce qu'on connaît en Physique, que j'ai dû refaire et varier sous toutes les formes possibles ce phénomène pour y croire et en avoir un *commencement d'explication*.

» Voici, pour le moment, la cause plausible du phénomène : lorsque l'éprouvette est placée dans l'enceinte à — 120°, la cristallisation *est active* sur toutes les parois intérieures de l'éprouvette : donc sur chaque élément de surface les molécules liquides, en chutant les unes sur les autres au moment de la solidification, sont des centres d'ondes calorifiques représentant la *chaleur latente de cristallisation*.

» Le thermomètre, placé au centre, reçoit ainsi un bombardement d'ondes calorifiques provenant de toutes les portions de la circonférence intérieure où s'opère la cristallisation. Il indique — 68°,5, c'est-à-dire qu'il se trouve à cette température en *équilibre dynamique* avec le milieu dans lequel il est plongé.

» Maintenant, si l'on place le tout dans le réfrigérant à — 80°, les cristaux *ne se forment plus;* le rayonnement seul opère et la température du liquide du thermomètre et des cristaux s'abaisse rapidement à — 80°, tandis que les cristaux eux-mêmes fondent.

» En abaissant graduellement la température du chloroforme nous avons trouvé que les cristaux *restent stationnaires* à — 83°,5; au-dessous ils augmentent, au-dessus ils fondent.

» Ces expériences prouvent que le rayonnement au travers des corps à basse température perturbe d'une façon si profonde les lectures des thermomètres, que l'on ne doit plus considérer ces instruments que comme des *thermoscopes*, ou mieux des *thermo-dynamomètres* donnant la valeur dynamique du mouvement calorifique existant dans le milieu où ils sont plongés.

» Dans une prochaine Note, nous donnerons quelques résultats obtenus par l'étude des phénomènes d'électrolyse à basse température, ainsi que les modifications caractéristiques des affinités chimiques et des réactions des corps entre eux, au-dessous de — 100°. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉODÉSIE. — *Des coordonnées rectangulaires*. Mémoire de M. **Hatt**, présenté par M. Faye. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy, Bouquet de la Grye.)

« Dans des Communications antérieures (*Comptes rendus*, t. CII, p. 485, 1886, et t. CVI, p. 921, 1888), j'ai montré qu'il était possible de définir rigoureusement la position d'un point de la surface terrestre par un système de coordonnées planes. Le travail présenté aujourd'hui porte sur les méthodes de calcul propres à obtenir ces positions au moyen des données de la triangulation. Ce dernier mot, consacré par l'usage, perd ici sa signification précise : le triangle n'est plus un intermédiaire obligé, les distances des points ne devant plus intervenir qu'indirectement.

» Les méthodes proposées supposent la connaissance préalable de positions approchées, et consistent dans la résolution des équations de conditions linéaires que les données de la triangulation permettent d'établir entre les corrections de ces positions. L'emploi, presque exclusif aujourd'hui, des instruments réitérateurs fait que les observations se présentent sous la forme de visées ou directions relatives; le tour d'horizon ou l'ensemble des lectures obtenues en un point en visant les signaux environnants représente tous les angles que l'on peut former par la combinaison des points visés deux à deux. Ces angles interviennent pour la détermination d'une position moyenne qui satisfait le mieux possible aux équations de condition.

» J'examine séparément la détermination d'un point unique rattaché par des observations à des points connus, et les déterminations simultanées d'un ensemble de points appuyés sur le minimum indispensable d'une seule base ou de deux points connus.

» Dans le premier cas, les équations linéaires entre deux inconnues seulement sont susceptibles d'une interprétation géométrique; les droites qu'elles représentent peuvent être tracées sur un dessin, à une échelle assez grande pour que l'erreur graphique soit négligeable, et le calcul est remplacé par une mesure. L'application des moindres carrés à la recherche de la solution la plus probable donne lieu à diverses propositions qui ont été signalées dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CX,

p. 1027; 1890). Je rappelle la suivante : δx et δy étant les erreurs moyennes calculées des coordonnées d'un point appuyé sur des points fondamentaux parfaitement connus, l'expression $\sqrt{\delta x^2 + \delta y^2}$ est indépendante de la direction des axes et peut représenter l'erreur de la position de ce point.

» Les méthodes graphiques ne sont plus applicables dans le cas de la détermination de plusieurs points; le calcul doit intervenir exclusivement dans la recherche de la solution la plus probable. On peut se proposer de compenser tout le réseau, ce qui revient à la résolution d'un nombre d'équations finales égal à deux fois le nombre moins 2 des points considérés. Chaque observation entraînant une équation de condition, les équations finales sont éminemment propres à donner immédiatement les erreurs moyennes des positions déterminées. Ces erreurs de position absolue satisfont également à la condition que la somme $\delta x^2 + \delta y^2$ est indépendante de la direction des axes.

» Les calculs peuvent être conduits de manière à déterminer simultanément la position d'un point et la position relative d'un deuxième point vis-à-vis du premier. On retrouve, par ce procédé, les erreurs de longueur et d'orientation d'une ligne quelconque, comme dans les méthodes de compensation généralement usitées. Désignant par ξ et η les différences des coordonnées de deux points, et par $\delta\xi$, $\delta\eta$ les erreurs moyennes de ces quantités, l'expression $\sqrt{\delta\xi^2 + \delta\eta^2}$ est indépendante de la direction des axes et peut représenter l'erreur de position relative.

» La compensation générale d'un réseau trigonométrique très étendu exige une somme de travail qui n'est possible que dans des circonstances exceptionnelles. Il y a donc lieu d'étudier le cas des réseaux partiels successifs composés chacun d'un petit nombre de points et déterminant chacun une base pour le réseau suivant. Les méthodes de compensation restent les mêmes, mais la détermination des erreurs de position est compliquée de l'erreur de la base employée.

» La difficulté est aisée à résoudre en ce qui concerne l'erreur de position relative définie ci-dessus, ou les erreurs de longueur et d'orientation d'une ligne déterminée. D'une manière générale, une quantité proportionnelle au carré de l'erreur de longueur ou d'orientation de la base s'ajoute au carré de l'erreur provenant des mesures angulaires du réseau pour former le carré de l'erreur totale cherchée.

» L'erreur de position absolue est plus difficile à évaluer; on ne peut

expliquer en peu de mots que le principe de la méthode proposée. Admettant, pour commencer, l'obligation de comprendre tous les points jusqu'à ceux du dernier réseau considéré inclusivement, dans un seul système où entreraient toutes les équations de condition, on forme les Tableaux des équations finales et des solutions aux erreurs moyennes absolues pour les cas de 1, 2, 3, ... réseaux successivement. L'examen comparatif fait voir que, quand on ajoute un nouveau réseau, les solutions du Tableau précédent se retrouvent dans celui du système nouveau, ce qui permet d'utiliser les résultats déjà calculés. Il suffit de considérer les solutions propres aux deux points qui terminent la dernière base et de les introduire dans les équations finales qui déterminent les corrections du dernier réseau. Les erreurs de position absolue des points de ce réseau s'obtiendront par une double résolution des équations finales.

» Une application numérique est faite à une série de onze réseaux partiels de forme carrée, étagés le long de l'axe Oy jusqu'à une distance de 330^{km} de l'origine.

» En admettant l'exactitude de la base de 30^{km} du premier réseau, on trouve que l'erreur de l'ordonnée du dernier point, qui est aussi l'erreur de la longueur de l'arc terrestre d'environ 3°, compris entre ce point et l'origine, s'élève à $2^{m},19$, quand l'erreur moyenne d'un angle est $1''$. C'est environ $\frac{1}{151000}$ de la longueur. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'application des propriétés optiques des minéraux à l'étude des enclaves des roches volcaniques.* Mémoire de M. A. LACROIX, présenté par M. Daubrée. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du prix Vaillant.)

« Depuis longtemps les phénomènes de métamorphisme des roches éruptives ont attiré l'attention des savants. Contrairement à ce qui a lieu pour les roches à structure granitoïde, on ne connaît que de faibles modifications de contact dues aux roches volcaniques. Cela tient à leur mode d'épanchement et à l'impossibilité où nous nous trouvons de les observer en profondeur.

» Mais l'étude des fragments de roches étrangères que les roches volcaniques arrachent dans leur trajet souterrain permet de rechercher comment elles peuvent agir lorsqu'elles se trouvent en contact avec d'autres

roches à haute température et dans les conditions de pression qui paraissent indispensables pour que les minéralisateurs les accompagnant puissent exercer énergiquement leur action.

» De plus, les roches volcaniques amènent au jour des roches à structure grenue qui ont avec elles une analogie de composition minéralogique plus ou moins grande. Ces roches nous apportent des documents sur la nature des couches profondes du globe.

» Mon Mémoire consiste dans l'étude de toutes ces *enclaves* des roches volcaniques. Je les ai divisées en deux catégories bien distinctes :

» 1° *Enclaves de roches étrangères sans relation de composition, ni d'origine avec la roche englobante* (exemple : granit enclavé dans basalte);

» 2° *Enclaves de roches à structure grenue ayant des relations de composition minéralogique et d'origine avec la roche qui les renferme* (exemples : syénites néphéliniques enclavées dans les phonolites, nodules à olivine dans les basaltes).

» Un travail de ce genre n'est possible que grâce aux procédés délicats de la Minéralogie optique qui permettent d'étudier les minéraux dans toutes leurs particularités, de suivre leur mode de formation, leur développement. C'est un exemple de l'application des méthodes optiques aux plus délicates observations minéralogiques et à la solution de quelques grandes questions géologiques.

» Les transformations souvent totales des enclaves, la concentration dans un même gisement d'enclaves de composition minéralogique et d'origine différentes rendent cette question difficile. Ce n'est qu'à l'aide d'un nombre considérable de faits particuliers, s'éclairant mutuellement, qu'il est possible d'arriver à des conclusions générales. J'ai pu étudier plus de 3000 échantillons, recueillis pour la plupart par moi-même dans les régions volcaniques d'Italie, d'Allemagne et surtout du plateau central de la France, qui m'ont fourni une riche moisson de faits inédits.

» J'ai divisé les roches volcaniques en deux groupes : *roches basaltoïdes*, renfermant moins de 55 pour 100 de silice, *roches trachytoïdes*, contenant plus de 55 pour 100 de silice.

» *Enclaves de la première catégorie.* — Quand on considère les enclaves quartzeuses, quartzofeldspathiques et argileuses, on constate que les modifications dues aux roches basaltoïdes sont surtout d'*ordre physique;* elles sont produites par l'action de la chaleur seule [1]. Les transformations chi-

---

[1] Les éléments des minéraux recristallisés sont fournis par l'enclave elle-même.

miques sont localisées au contact immédiat avec la roche volcanique et produites par le mélange des deux roches.

» Les modifications dues aux roches trachytoïdes sont surtout d'*ordre chimique;* elles se sont effectuées par apport : la vapeur d'eau, les alcalis ou les silicates alcalins semblent avoir joué un rôle prépondérant dans ces modifications qui n'ont pas dû, en général, s'effectuer à une température supérieure à 900°.

» Les différences d'action entre les diverses roches volcaniques s'effacent lorsque l'on considère les enclaves de calcaire, qui sont modifiées d'une façon analogue par toutes les roches volcaniques, comme aussi par toutes les roches granitoïdes. Dans le cas particulier des calcaires rejetés par les volcans de la Somma et du Latium, l'intensité du métamorphisme observé tient à des conditions spéciales qui les ont maintenus pendant longtemps sous l'action de minéralisateurs plus puissants (fluor, chlore) que ceux qui semblent avoir accompagné la plupart des autres roches volcaniques.

» *Enclaves de la seconde catégorie.* — Ces enclaves sont constituées soit par la totalité des éléments de la roche volcanique englobante, soit par quelques-uns seulement d'entre eux. J'ai fait voir que parmi les roches trachytoïdes, chaque type pétrographique renfermait des enclaves spéciales; c'est ainsi que, dans les phonolites, les enclavés sont formées par des *syénites à néphéline ou à sodalite,* dans les trachytes à haüyne par des *sanidinites à noséane,* dans les trachytes domitiques par des *sanidinites exclusivement feldspathiques,* dans les trachytes et andésites à hornblende par des roches analogues aux *diorites,* etc.; de telle sorte que la seule comparaison des enclaves grenues de deux roches volcaniques est un excellent criterium permettant de mettre en relief les analogies et les différences existant entre ces deux roches.

» On peut se demander si ces enclaves ont formé des roches *solidifiées* en profondeur ou si elles ont simplement constitué des ségrégations *nageant isolément dans le magma volcanique.*

» Il n'est pas toujours possible de se prononcer avec certitude; j'ai cependant recueilli des faits positifs permettant de se prononcer dans quelques cas. C'est ainsi que les *syénites néphéliniques* que j'ai découvertes dans les phonolites du plateau central de la France étaient solidifiées longtemps avant la sortie des phonolites, puisqu'on les trouve également dans les tufs andésitiques antérieurs à ces dernières roches.

» Dans les roches basaltoïdes, les enclaves sont généralement constituées

par quelques-uns seulement des éléments de la roche volcanique. On peut y distinguer deux types : 1° nodules formés par de la hornblende, de l'augite, de l'olivine, de la biotite, etc., souvent avec de la matière vitreuse. Ce sont des ségrégations effectuées dans le magma basique peu avant son épanchement; 2° nodules à olivine : ils ont une composition minéralogique identique à celle des péridotites anciennes et analogue à celle de certaines météorites, ainsi que l'a fait remarquer autrefois M. Daubrée. On peut les considérer comme le résultat de la liquation en profondeur d'un magma basique qui, ainsi débarrassé de l'excès de magnésie dont il était sursaturé, a pu donner plus tard naissance à des roches basaltiques. La péridotite ainsi formée constitue une roche solide qui, postérieurement, a été démantelée et en partie détruite ou modifiée par les roches basaltiques au moment de leur épanchement.

» Tout en faisant dans mon Mémoire la plus grande part à mes observations personnelles, j'ai passé en revue les travaux antérieurement publiés sur ce sujet. »

M. **Radau** adresse, par l'entremise de M. Tisserand, un Mémoire sur les inégalités planétaires de la Lune.

(Renvoi à la Commission du prix Damoiseau.)

M. **E. Gérard** adresse, pour le concours du prix Jecker, un travail sur « l'acide daturique ».

(Renvoi à la Commission du prix Jecker.)

M. **Bech** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur la théorie du microphone ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Cornu, Mascart.)

M. **Brown-Séquard** met sous les yeux de l'Académie, de la part de M. *Debierre*, une série de photographies de coupes du cerveau ou de cet organe entier, disposées pour être vues à l'aide du stéréoscope.

Ces photographies seront soumises à l'examen de la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.

CORRESPONDANCE.

M. **Berthelot**, à l'occasion d'une Note présentée par MM. *Rousseau* et *Tite*, sur des azotates basiques, croit devoir faire connaître à l'Académie que M. Werner, savant suisse, a découvert de son côté et étudié cet hiver, au laboratoire du Collège de France, le même azotate de chaux basique signalé par MM. Rousseau et Tite; M. Werner en a fait l'étude chimique et thermochimique, sous ses divers états d'hydratation. Il présentera prochainement son Mémoire à l'Académie. En raison de l'existence de ce sel basique et de sa dissociation progressive par l'eau, il ne paraît guère possible de purifier la chaux de toute trace d'azotate, par des lavages, si prolongés qu'ils soient.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une propriété commune à trois groupes de deux polygones : inscrits, circonscrits, ou conjugués à une même conique.* Note de M. **Paul Serret**.

« 1. Soient, dans le plan d'une conique S,

$$1, 2, \ldots, 3, \quad 1', 2', \ldots, 3'$$

les sommets successifs des polygones considérés, inscrits tous deux, ou tous deux circonscrits, ou l'un et l'autre auto-conjugués à la courbe S. Les côtés successifs

$$1, 2,\ 1', 2';\quad 2, 3,\ 2', 3';\quad \ldots;\quad 3, 1;\ 3', 1'$$

des deux polygones se coupant deux à deux aux points

$$a, \quad b, \quad \ldots, \quad c$$

on a, de $2n$ manières différentes, la relation

$$(1) \qquad \frac{a1}{a2}\,\frac{a1'}{a2'} \times \frac{b2}{b3}\,\frac{b2'}{b3'} \times \ldots \times \frac{c3}{c1}\,\frac{c3'}{c1'} \equiv \mathrm{PP'} = +1.$$

» Dans le cas de deux polygones inscrits ou circonscrits, la réciproque est vraie, de telle sorte que la relation (1) étant supposée vérifiée, par exemple, pour deux polygones dont tous les sommets, moins un, seraient

distribués sur une même conique, le dernier sommet ou sommet « libre » tomberait de lui-même sur la courbe.

» Cette dernière conclusion implique d'ailleurs la restriction, évidente, que la relation (1) ne se dédouble pas, accidentellement, dans les deux égalités $P = +1$, $P' = +1$, par suite de la situation en ligne droite des points $a, b, \ldots, c$; ou en vertu de la présence accidentelle d'un axe d'homologie des deux polygones supposés ici impairs.

» 2. Limitées au cas de deux polygones inscrits ou circonscrits à une conique, la proposition précédente et sa réciproque peuvent être admises, en quelque sorte, sans démonstration. Considérée, en effet, dans la figure formée de deux polygones inscrits à une conique S, la relation (1) rentre, par une transformation facile, dans le théorème de Carnot appliqué à la section de la conique S par le polygone auxiliaire ayant pour *côtés* successifs les droites $1, 1', 2, 2', \ldots, 3, 3'$ qui joignent les sommets correspondants des deux polygones. Considérée, en second lieu, dans la figure formée de deux polygones circonscrits, la relation (1) revient au théorème corrélatif de celui de Carnot, appliqué aux $2n$ tangentes menées à la courbe par les *sommets* du polygone auxiliaire $a, b, \ldots, c$ suivant lesquels se coupent les côtés homologues des deux polygones. Et enfin la réciproque partielle, énoncée sous le n° 1, rentre de même dans la réciproque bien connue du théorème de Carnot.

» 3. Toutefois la possibilité de comprendre ainsi, sous un même énoncé, ce théorème et son corrélatif, n'est pas seulement curieuse. Elle fournit aussi une démonstration extrêmement simple de la célèbre proposition de Poncelet sur les polygones simultanément inscrits et circonscrits à deux coniques S, S'.

» Soit, en effet, $1, 2, \ldots, 3$ un premier polygone inscrit à S et circonscrit à S'. Et soit $1', 2', \ldots, 3'$ un autre polygone, circonscrit à S' comme le précédent, et partiellement inscrit à S : il s'agit de voir que le sommet « libre » 3' de ce nouveau polygone tombera de lui-même sur S; or, c'est là ce qui est évident, d'après ce qui précède.

» Car les côtés correspondants des deux polygones se coupant deux à deux aux points $a, b, \ldots, c$, et les deux polygones étant l'un et l'autre circonscrits à S', la relation (1) est vérifiée.

» D'une autre part, la relation (1) étant vérifiée, et tous les sommets, moins un, des deux polygones étant situés, par construction, sur la conique S, le sommet libre 3' du second polygone tombera de lui-même sur S, comme il a été dit déjà.

» 4. La relation (1), qui est évidente dans le cas du cercle, s'applique encore à deux polygones gauches, concourants, inscrits à une surface du second ordre.

» On peut aussi l'établir directement, et par une seule démonstration, pour les trois sortes de polygones auxquels nous l'avons dite applicable. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements canoniques en séries, dont les coefficients sont les invariants différentiels d'un groupe continu.* Note de M. **Arthur Tresse**, présentée par M. Picard.

« Considérons n variables indépendantes $x_1, \ldots, x_n$ et p fonctions $z_1, \ldots, z_p$ de ces variables, soumises aux transformations d'un groupe continu, fini ou infini,

$$x' = \mathrm{X}(x, z), \qquad z' = \mathrm{Z}(x, z).$$

» On sait [Lie, *Ueber Differentialinvarianten* (*Math. Ann.* 24)] qu'il existe une suite infinie d'invariants différentiels $\left(x, z, \frac{\partial z}{\partial x_1}, \cdots\right)$, que, en général, on peut déduire d'un nombre fini d'entre eux, en formant le quotient de deux de leurs déterminants fonctionnels.

» M. Lie a, en outre, établi, dans ses savantes Leçons, que deux systèmes d'équations (ou, en particulier, de fonctions)

$$z_i = z_i^0 + \sum_k a_{ik}(x_k - x_k^0) + \ldots, \qquad z'_i = z'^0_i + \sum_k a'_{ik}(x'_k - x'^0_k) + \ldots,$$

ne satisfaisant pas à des équations singulières (obtenues en égalant à zéro certains déterminants), peuvent se ramener l'un à l'autre au moyen d'une transformation du groupe, si, pour chacun de ces systèmes d'équations, les invariants différentiels (principaux) sont égaux entre eux.

» J'ai indiqué, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 19 avril 1892) sur un exemple particulier, comment on pouvait appliquer les développements en séries au calcul des invariants différentiels. On peut énoncer une proposition générale qui préside à cette théorie.

» Supposons que les équations de la multiplicité soient dans le voisinage d'un point arbitraire x^0, z^0

$$(1) \qquad z_i = z_i^0 + \sum_k a_{ik}(x_k - x_k^0) + \ldots,$$

» En effectuant une transformation du groupe, le point $(x^0 z^0)$ se transporte au point $(x'^0 z'_0)$, et la multiplicité transformée a pour équations

$$(1') \qquad z'_i = z'^0_i + \sum a'_{ik}(x'_k - x'^0_k) + \ldots.$$

» Un invariant différentiel est une fonction des x^0 et des coefficients de (1) qui ne change pas de valeur quand on y remplace les lettres par les lettres accentuées. La proposition est alors la suivante :

» *Disposons des arbitraires de la transformation, de façon que, parmi les x'^0 et les coefficients de (1'), un certain nombre ait des valeurs fixes arbitraires. La transformation étant ainsi déterminée, les expressions des autres coefficients de (1') en fonction des x^0 et des coefficients de (1) sont les invariants différentiels du groupe.*

» La démonstration repose sur la remarque suivante : Supposons que l'on ait écrit les formules de transformation du groupe en ordonnant les $x' - x'^0$ et $z' - z'^0$ suivant les puissances des $x - x^0$ et $z - z^0$. Jusqu'à un ordre quelconque, les coefficients de (1') ne dépendent que des coefficients du même ordre ou d'ordre inférieur des équations (1) et des formules de transformation. Les coefficients de (1) sont donc limités à un ordre quelconque, *transformés par un groupe fini;* la proposition résulte alors immédiatement d'une remarque de M. Lie sur les invariants d'un groupe fini ([1]).

» Par exemple, si l'on a une fonction y d'une variable x

$$y = y_0 + a_1(x - x_0) + \frac{a_2}{1.2}(x - x_0)^2 + \frac{a_3}{1.2.3}(x - x_0)^3 + \ldots$$

et que x soit soumis à la transformation projective générale, on peut déterminer cette transformation de façon que l'on ait

$$x'_0 = 0, \qquad a'_1 = 1, \qquad a'_2 = 0,$$

et alors on a

$$a'_3 = \frac{1}{a_1^3}\left(a_3 - \frac{3}{2}\frac{a_2^2}{a_1}\right),$$

ce qui reproduit un invariant bien connu.

» Les applications de cette méthode peuvent encore être poussées plus

([1]) *Theorie der Transformationgruppen, unter Mitwirkung von Engel,* bearbeitet von Sophus Lie, t. I, p. 218.

loin, comme je l'ai déjà montré, dans ma Note précédente, sur un cas particulier. En voici un nouvel exemple important.

» Étant donnée une surface dans l'espace x, y, z, on peut effectuer sur x, y, z une transformation linéaire déterminée, de telle façon qu'un point arbitraire de la surface se transporte à l'origine, l'équation de la surface, dans son voisinage, ayant en outre la forme

$$z = xy + \frac{x^3+y^3}{6} + \frac{1}{24}(a_{40}x^4 + 4a_{31}x^3y + 6a_{22}x^2y^2 + a_{13}xy^3 + a_{04}y^4) + \ldots.$$

» Le calcul se fait sans difficultés et met en évidence deux cas d'exception : 1° celui des *surfaces développables;* 2° celui des *surfaces réglées*.

» Notre proposition montre que les coefficients $a_{40}, \ldots$, exprimés en fonction des variables primitives, sont invariants de la surface, relativement à la transformation linéaire.

» Pour passer de là aux invariants du groupe projectif général, on remarquera que les transformations de ce dernier qui n'altèrent pas la forme de l'équation précédente sont celles du groupe

$$x(xp + yq + zr) - zq, \quad y(xp + yq + zr) - zp, \quad z(xp + yq + zr),$$

les transformations, ajoutées à celles du groupe linéaire, donnent *précisément toutes les transformations* du groupe projectif.

» Elles transforment entre eux les coefficients de l'équation en laissant invariantes les deux fonctions suivantes

$$a_{40} + 2a_{13}, \quad a_{04} + 2a_{31},$$

dont les expressions en fonction des variables initiales sont donc les invariants du quatrième ordre du groupe projectif. La même méthode conduirait aussi aux six invariants du cinquième ordre qui, jointes aux précédents, suffiront, d'après le théorème de M. Lie, à la détermination de tous les autres.

» Il faut noter que, dans cet exemple, comme dans celui de la Note précédente, la réussite de la méthode tient à ce fait que l'on peut partager les transformations du groupe en deux sous-groupes, le premier conduisant à une forme réduite, les transformations du second n'altérant pas les caractères de cette forme canonique. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur le calcul du coefficient de résistance de l'air lorsqu'on suppose la résistance proportionnelle à la quatrième puissance de la vitesse.* Note de M. DE SPARRE, présentée par M. Resal.

« En prenant, comme on l'a fait dans la Communication précédente,

$$J = \frac{i\Delta d^2}{p} A(1 - ay)v^4,$$

on devra admettre pour A une valeur variable entre les limites dans lesquelles la vitesse reste comprise sur la trajectoire. Si v_0 est la vitesse initiale et v_m la vitesse minima, on peut prendre

(1) $$A = \frac{1}{v_0 - v_m}\int_{v_m}^{v_0} \frac{F(v)}{v^2}\,dv,$$

la fonction F étant de la forme

(2) $$F(v) = Nv^n.$$

» D'après ce qu'on admet à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie, on a

Pour v compris entre	n.	N.
0 et 240	0	0,00108
240 et 282	1	0,00000449
282 et 343	4	0,0000000000002
343 et 420	1	0,00000808
Au-dessus de 420	0	0,00339

» Mais on peut substituer à F(v) une fonction continue applicable pour toute valeur de v.

» Pour cela, on posera

$$z = \frac{10^3}{v}, \qquad z_0 = \frac{10^3}{v_0}, \qquad z_1 = \frac{10^3}{v_m},$$

$$F(v) = F\left(\frac{10^3}{z}\right) = 10^{-3} f_1(z);$$

on aura alors

(3) $$A = \frac{10^{-6}}{v_0 - v_m}\int_{z_0}^{z_1} f_1(z)\,dz,$$

(4) $$f_1(z) = 10^{3(n-1)} N z^{-n}.$$

» Or, si l'on construit la courbe $y = f_1(z)$, on voit que l'on peut sub-

stituer avec une exactitude très suffisante à la fonction $f_1(z)$ la fonction continue

$$(5)\qquad f(z) = \mathrm{R} - \rho\frac{z-a}{\sqrt{(z-a)^2+b^2}},$$

où

$$\mathrm{R} = 2{,}23,\qquad \rho = 1{,}2,\qquad a = 3{,}1,\qquad b = 0{,}4;$$

c'est ce qui résulte du Tableau suivant :

tang φ.	z.	v.	f(z).	$f_1(z)$.	$f - f_1$.	π(z)	π — 20.
—5	1,1	900	3,41	3,39	0,02	4,13	—15,87
—4	1,5	667	3,39	3,39	0,00	7,63	—12,37
—3	1,9	526	3,37	3,39	—0,02	12,17	— 7,83
—2	2,3	435	3,30	3,39	—0,09	17,46	— 2,54
—1	2,7	370	3,08	2,99	0,09	22,45	2,45
0	3,1	323	2,23	2,17	0,06	21,43	1,43
1	3,5	286	1,38	1,33	0,05	16,52	— 3,48
2	3,9	256	1,16	1,15	0,01	17,64	— 2,36
3	4,3	233	1,09	1,08	0,01	20,15	0,15
4	4,7	213	1,07	1,08	—0,01	23,64	3,64
5	5,1	196	1,05	1,08	—0,03	27,31	7,31
6	5,5	184	1,05	1,08	—0,03	31,76	11,76

» On voit, d'après ce Tableau, que la moyenne des erreurs relatives, résultant de la substitution de $f(z)$ à $f_1(z)$, est, si l'on prend les valeurs absolues, 0,016, et qu'elle se réduit, si l'on tient compte des signes, à 0,0023.

» L'angle φ et la fonction $\pi(z)$ qui figurent dans ce Tableau sont fournis par les formules

$$(6)\qquad \tan\!g\,\varphi = \frac{z-a}{b},\qquad \pi(z) = z^2 f(z) = \frac{10^9}{v^2}\mathrm{F}(v).$$

» Il en résulte que la valeur exacte de J est

$$\mathrm{J} = \frac{i\Delta d^2}{p}\,\frac{\pi(z)}{10^9}\,v^4.$$

» En substituant $f(z)$ à $f_1(z)$ dans la formule (3) et tenant compte de la formule (6), ainsi que des valeurs données des constantes, on aura

$$\mathrm{A} = \frac{\mathrm{R}\,10^{-3}}{v_0 v_m} - 2\frac{b\rho\,10^{-6}}{v_0 - v_m}\,\frac{\sin\frac{\varphi_1-\varphi_0}{2}\sin\frac{\varphi_1+\varphi_0}{2}}{\cos\varphi_1\cos\varphi_0},$$

$$\tan\!g\,\varphi_0 = \frac{10^4 - 31\,v_0}{4v_0},\qquad \tan\!g\,\varphi_1 = \frac{10^4 - 31\,v_m}{4v_m}.$$

» Quant à la valeur de v_m, qu'il n'est pas nécessaire de connaître très exactement, on la calculera en prenant pour $\pi(z)$ la valeur 20, ce qui donnera

$$A = \frac{2}{10^8}. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur un moyen d'amener en contact intime, et en proportions déterminées, deux liquides non miscibles.* Note de M. **Paul Marix**, présentée par M. Duclaux.

« Il est souvent nécessaire, tant dans l'agriculture que dans l'industrie, d'établir un contact intime entre deux liquides non miscibles, employés en proportions déterminées, et devant soit rester unis sous forme d'émulsion, soit se séparer après avoir subi leurs réactions mutuelles.

» Pour arriver à ce résultat, on a été réduit jusqu'ici à brasser ces liquides, amenés en proportions convenables dans le même récipient, jusqu'à ce qu'on ait obtenu une division très fine de l'un dans l'autre; mais on n'atteint guère ainsi l'homogénéité cherchée, et la proportion voulue, entre les quantités pondérales des deux corps qu'on veut faire réagir l'un sur l'autre, n'est jamais réalisée dans ce mélange hétérogène.

» Je suis arrivé à laminer les deux liquides au contact l'un de l'autre, et à les mettre ainsi en contact sur des surfaces très larges et sur une épaisseur très faible, en conservant le rapport constant entre les volumes de liquides mis ainsi en large contact. Il m'a suffi de faire la remarque suivante :

» Dans un vase pourvu d'un mince orifice, on peut toujours, en exerçant sur le liquide qu'il contient une pression suffisante, s'arranger pour que le débit soit égal à l'alimentation, de sorte que le niveau reste fixe. La même chose aura lieu si l'on verse simultanément deux liquides non miscibles dans le vase. Mais la théorie indique et l'expérience vérifie dans ce cas les deux conclusions suivantes :

» 1° *La surface de séparation des deux liquides non miscibles s'établira constamment au niveau de l'ouverture, à quelque hauteur que soit placée celle-ci.*

» 2° *Les proportions à la sortie seront rigoureusement celles de l'alimentation.*

» Il y aura seulement une petite perturbation au commencement de l'expérience. Où que se trouve l'orifice, le liquide qui se trouvera en face

de lui dans le vase sortira d'abord seul. L'alimentation continuant à égaler la dépense, le second liquide augmentera dans le vase et finira par gagner le niveau de l'orifice. A partir de ce moment, comme tout ce qui entre dans le vase doit en sortir, les deux liquides s'écouleront ensemble, dans la proportion même de chacun d'eux à l'alimentation. Si l'orifice de sortie est une fente parallèle à la surface de séparation dans le vase, les deux liquides, chassés sous la même pression, se partageront la hauteur de cette fente proportionnellement à leur volume, et nous aurons là ce laminage dont j'ai parlé plus haut.

» Si, au lieu de deux liquides, on en avait trois ou un plus grand nombre, le régime s'établirait encore de telle sorte que les liquides de densités moyennes s'étaleraient à l'orifice en couches pelliculaires, entre les couches extrêmes du plus dense et du plus léger.

» La pression d'écoulement peut être produite indifféremment par des pompes ou des turbines. Dans ces dernières, c'est la force centrifuge qui place les liquides par ordre de densité, et ces liquides se disposent en cylindres concentriques comme la crême et le lait écrémé dans les écrémeuses centrifuges. En disposant dans la masse liquide une ouverture maintenue immobile par le tuyau de sortie qui la porte, on obtiendra par cet orifice le laminage des liquides non miscibles que l'on introduira dans la turbine, et l'on pourra, si l'on veut, utiliser la vitesse d'écoulement pour brasser et mélanger les liquides pendant leur passage à travers l'orifice ou le tube de sortie. Le même appareil centrifuge peut donc servir soit à séparer les éléments d'une émulsion comme dans l'écrémage, ou à émulsionner des liquides primitivement séparés.

» Toutes les applications, si nombreuses aujourd'hui, des centrifuges rotatives découlent de l'un ou l'autre de ces modes d'emploi et quelquefois de leur superposition. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un hydrosilicate de cadmium.* Note de MM. G. **Rousseau** et G. **Tite**, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication précédente, nous avons montré que l'hydrate solide de l'azotate neutre de cadmium, chauffé à une température d'environ 300°, donne naissance à un azotate basique et à un enduit cristallin qui tapisse les parois des tubes scellés.

» Il est aisé de séparer les deux composés qui se produisent simultané-

ment dans cette réaction complexe où intervient la silice du verre. Un traitement à l'alcool bouillant permet d'isoler les paillettes d'azotate basique. Quant au silicate, il forme une gaine adhérente qu'on parvient cependant à détacher en longues écailles, si l'on remplit les tubes d'eau chaude qu'on y laisse séjourner quelques heures.

» Ces écailles, écrasées entre les doigts, se résolvent en aiguilles microscopiques, présentant des extinctions longitudinales en lumière parallèle. Leur composition correspond à celle d'un hydrosilicate acide

$$2(CdO, SiO^2), 3H^2O$$ (1).

Elles sont solubles dans l'acide chlorhydrique avec dépôt de silice pulvérulente.

» L'hydrosilicate ne perd qu'une faible partie de son eau vers le rouge sombre. Au voisinage du rouge orange, il fond en un verre incolore et transparent ; bientôt la masse se met à bouillonner par suite du départ de la vapeur d'eau, puis elle se resolidifie. Pesée à ce moment, la substance accuse une perte de poids notablement supérieure à celle qui correspondrait à sa déshydratation totale.

» Ce déficit provient d'une décomposition profonde du silicate. En même temps que l'eau, une proportion considérable de l'oxyde de cadmium se dégage en vapeurs qui se condensent partiellement sur le couvercle du creuset. Comme il arrive pour certains sels basiques, et notamment pour l'atacamite, il semble donc que l'eau soit nécessaire à la stabilité de l'agrégat moléculaire formé par l'hydrosilicate. Dès qu'elle a disparu, ce composé se dissocie en silice et oxyde de cadmium volatil à la température de l'expérience. En prolongeant pendant plusieurs heures l'action de la chaleur (dispositif n° 2 du four Forquignon et Leclercq), on finit par obtenir un résidu blanc et poreux qui ne renferme plus que de la silice.

» L'hydrosilicate que nous venons de décrire, outre qu'il constitue la première combinaison connue d'acide silicique et d'oxyde de cadmium, présente encore quelque intérêt par son mode même de formation. Il est curieux que les seuls azotates qui, dans nos expériences, se soient unis à la silice du verre pour donner naissance à des produits définis, appartiennent précisément à deux métaux dont on n'avait pu jusqu'à présent préparer les silicates. Mais, tandis que l'azotate d'argent engendre un

---

(1) Calculé : CdO....... 59,63 SiO^2....... 27,91
Trouvé : CdO....... 59,97 SiO^2....... 27,54

azoto-silicate, dans le cas du cadmium, au contraire, les deux produits de la réaction, le nitrate basique et l'hydrosilicate, ne montrent aucune tendance à se combiner et cristallisent séparément (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la décomposition sous l'action de la chaleur du pentachlorure de phosphore ammoniacal : chlorazoture de phosphore et phospham.* Note de M. **A. Besson**, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, séance du 22 décembre 1890), j'ai signalé l'existence d'une combinaison définie du gaz ammoniac avec le perchlorure de phosphore; les dosages du phosphore et du chlore dans la combinaison m'avaient conduit à lui attribuer la composition $PCl^5, 8AzH^3$. Elle se trouve confirmée aujourd'hui par les analyses d'ammoniaque faites au moyen de la chaux sodée qui ont donné les nombres 38,67 et 38,28, tandis que la théorie pour $PCl^5, 8AzH^3$ exige 39,47.

» Les différences que l'on observe entre les résultats de l'expérience et la théorie tiennent à ce que, d'une part, il est très difficile d'obtenir la substance absolument pure et, d'autre part, à ce que déjà à froid elle perd de l'ammoniaque au contact de la chaux sodée.

» L'étude des produits de la décomposition sous l'action de la chaleur du pentachlorure de phosphore ammoniacal a occupé plusieurs chimistes. Je résume ici les recherches de mes prédécesseurs sur cette question.

» Liebig et Wöhler ont admis que sous l'action de la chaleur au rouge il se formait un azoture de phosphore PAz^2 identique à celui que Rose avait décrit comme résultant de la décomposition sous l'action de la chaleur de la combinaison $PCl^3, 5AzH^3$; ils ont de plus obtenu un chlorazoture de phosphore auquel ils ont donné pour composition $P^2Cl^5Az^2$ ou P^2Cl^3Az, en saturant le perchlorure par le gaz ammoniac non desséché, puis distillant le produit avec de l'eau; le chlorazoture distillait avec la vapeur d'eau.

» Gerhardt, ayant repris l'étude de cette question, a admis que le gaz ammoniac, réagissant sur le perchlorure, donnait un chloramidure d'après l'équation

$$PCl^5 + 4AzH^3 = PCl^3(AzH^2)^2 + 2AzH^4Cl;$$

mais il n'a pu isoler ce chloramidure. Au rouge, il admet la formation de phospham PAz^2H, bien que les nombres fournis par ses analyses s'écartent sensiblement de ceux qu'exigerait cette composition. Enfin, quant au chlorazoture, dont l'odeur est caracté-

(1) Ce travail a été fait au laboratoire d'Enseignement et de Recherches chimiques de la Sorbonne.

ristique, il n'a jamais observé sa formation qu'accidentellement et en petite quantité, mais il pense que sa composition, d'après des considérations théoriques, ne doit pas être l'une de celles données par Liebig, mais PCl^2Az.

» Depuis lors, Gladstone a obtenu dans la même réaction un corps dont la composition centésimale répond à PCl^2Az.

» Avant d'entrer dans le détail de mon travail, je vais mettre en regard les conclusions auxquelles il m'a conduit. Le chloramidure de phosphore de Gerhardt n'existe pas, mais le premier produit de la décomposition du pentachlorure de phosphore ammoniacal est le chlorazoture PCl^2Az; le phospham PAz^2H existe, mais ne s'obtient pas dans les conditions indiquées par Gerhardt, car à cette température il est déjà partiellement décomposé; enfin, l'azoture PAz^2 de Liebig ne semble pas résulter comme produit final de la réaction.

» Si l'on prend, en effet, la combinaison $PCl^5, 8AzH^3$ et qu'on la chauffe lentement, on constate d'abord une perte d'ammoniac. Si l'on continue à chauffer sous pression réduite (5^{cm} de mercure environ), on constate qu'entre 175° et 200° il se sublime des cristaux; on les isole, on les sublime une nouvelle fois dans le vide. Ces cristaux présentent la composition PCl^2Az comme le montre l'analyse suivante, où le phosphore a été dosé à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, après décomposition de la substance en tube scellé par l'acide azotique fumant à 100°, le chlore en la décomposant dans un tube de verre, comme pour les analyses de chlore organique, par un mélange d'azotate et de carbonate de potasse et de chaux, l'azote en volume par sa décomposition par l'oxyde de cuivre.

	Expérience.	Théorie.
P pour 100........	26,60	26,72
Cl pour 100.......	62,50	61,21
Az pour 100.......	11,53	12,06

» Le dosage d'hydrogène dans la substance a donné en centièmes 0,31, quantité qui est négligeable si l'on tient compte de ce que, le composé étant volatil, on ne peut pas introduire l'oxyde de cuivre chaud dans le tube à combustion.

» Bien que ce corps soit sensiblement volatil à 100° sous pression réduite, on peut chauffer dans ces conditions la combinaison $PCl^5, 8AzH^3$ jusque vers 175° sans qu'il se sublime; il n'y préexistait donc pas et c'est un produit de décomposition qui peut se formuler

$$PCl^5 + AzH^3 = PCl^2Az + 3HCl,$$

qui avec l'excès d'ammoniac donnera du chlorhydrate.

» On voit d'après ce résultat que l'hydrogène du gaz ammoniac porterait d'abord son action sur les 3Cl fondamentaux du perchlorure.

» Ce chlorazoture est un corps solide donnant par sublimation des cristaux très réfringents fusibles à 106°. Le corps obtenu par Gladstone semble être un polymère de celui-ci, car il donne pour point de fusion 210° et par sa densité de vapeur il a été conduit à la formule $(PCl^2Az)^3$. Sa vapeur possède une odeur aromatique et, par l'ensemble de ses propriétés, ce chlorazoture rappelle les corps de la Chimie organique.

» Continuons l'étude de l'action de la chaleur sur le résidu après élimination du chlorazoture; lorsque sous pression réduite la température s'élève à 200°, le chlorhydrate d'ammoniaque commence à se sublimer, et cette sublimation sera totale après une chauffe d'une centaine d'heures à 250°-300° : il reste un corps solide blanc légèrement grisâtre qui est le phospham PAz^2H. La réaction qui lui donne naissance peut se formuler $PCl^5 + 2AzH^3 = PAz^2H + 5HCl$; l'analyse de l'azote a été faite en volume, car la chaux sodée ne le transforme pas entièrement en ammoniaque; celle du phosphore en détruisant la matière par l'acide azotique fumant en tube scellé à 200° :

	Analyses		Théorie pour	Analyses de Gerhardt			
	I.	II.	PAz^2H.	I.	II.	III.	IV.
P pour 100.......	52,19	»	51,67	»	»	»	50,4
Az pour 100......	45,43	44,49	46,67	»	»	»	»
H pour 100......	2,04	2,11	1,66	0,67	0,88	0,88	»

» Ces analyses paraîtront satisfaisantes si l'on tient compte de la difficulté d'éviter toute présence d'humidité dans cette suite d'opérations.

» Le phospham étant chauffé dans un courant d'azote ou simplement dans un tube fermé à un bout, on constate qu'il se dégage de l'ammoniaque et en même temps l'analyse montre que la proportion d'azote et d'hydrogène diminue; les nombres de Gerhardt montrent précisément qu'à la température du rouge où il opérait, le phospham était déjà partiellement décomposé.

» Si, en effet, on porte le phospham dans un tube de verre au rouge, l'analyse fournit

H pour 100........ 1,11 Az pour 100...... 38,80

à la température du ramollissement du verre vert

H pour 100........ 0,51 Az pour 100...... 37,61

Enfin, à une température plus élevée dans un tube de porcelaine et dans un courant d'azote

H pour 100........... 0,22 Az pour 100......... 28,78

» J'ajoute de suite qu'au rouge vif, dans un fourneau à réverbère, le phospham chauffé dans un tube de porcelaine dans le vide ou dans un courant d'azote se détruit complètement avec mise en liberté de phosphore.

D'après ce qui précède, on peut conclure que, sous l'action de la chaleur, le phospham se détruit graduellement avec perte d'azote et d'hydrogène et que, à la température où tout l'hydrogène a disparu, l'azoture de phosphore qui en résulterait est en tous cas très voisin de sa destruction totale; cet azoture serait vraisemblablement PAz, pour lequel l'azote en centièmes serait 31,11 ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les phosphates de strontiane.* Note de M. L. **Barthe.**

« En examinant les divers sels de strontium du commerce, j'ai pu me convaincre que les phosphates de ce métal étaient loin d'être purs : ils contiennent tous de fortes proportions de carbonate, parce que les phosphates de soude ou d'ammoniaque qui servent à leur préparation en renferment constamment. De plus, ces phosphates ne correspondent à aucune composition définie : ce sont des mélanges de phosphates bi et tri-strontianiques, dont quelques échantillons, même après avoir été desséchés à une haute température, se dissolvent assez difficilement dans les acides minéraux dilués.

» L'étude des phosphates alcalino-terreux a été faite d'une façon magistrale et rigoureuse par MM. Berthelot, Debray et Joly; mais les résultats acquis par ces savants, soit par l'analyse directe, soit par la Thermochimie, ne paraissent pas avoir été appliqués dans l'industrie. Dans cette Note, j'indique le moyen simple d'obtenir ces différents phosphates avec leur composition spéciale, en même temps que je fais connaître quelques observations intéressantes recueillies dans le cours de ces recherches.

» 1° *Phosphate tristrontianique neutre :* $PhO^5 3StO$. — On l'obtient à froid en versant une solution ammoniacale de 90^{gr} de phosphate de soude cristallisé dans une dissolution de 100^{gr} de chlorure de strontium cristallisé, également ammoniacale; il importe que les liqueurs ne contiennent pas de carbonate. Pour cela, on filtrera avec soin la solution ammoniacale de

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire d'Enseignement et de Recherches chimiques de la Sorbonne

chlorure de strontium, et l'on acidulera très légèrement avec l'acide chlorhydrique celle de phosphate de soude, avant de la rendre ammoniacale.

» Le phosphate de strontiane ainsi obtenu est colloïdal, légèrement teinté de bleu : il retient une grande quantité d'eau. Lavé par décantation à plusieurs reprises, puis desséché pendant quatre heures à l'étuve à 100°, il répond à la formule $PhO^5 3StO$: il conserve un aspect vitreux et une grande dureté.

» La chaleur ne doit pas intervenir dans la préparation de ce phosphate tribasique, M. Berthelot ayant déjà montré (¹) que ce phosphate était susceptible de plusieurs états distincts sous des influences diverses.

» 2° *Phosphate bistrontianique monoacide :* $PhO^5 2StO, HO$. — On l'obtient en versant une solution de 70^{gr} de chlorure de strontium cristallisé, légèrement acidulée, dans une dissolution très légèrement acidulée également de 100^{gr} de phosphate de soude cristallisé. Si l'on opère à froid ou à une température qui ne dépasse pas 50°, on obtient un phosphate de composition définie : il n'en est plus ainsi à chaud. En effet, la décomposition des phosphates bimétalliques dans l'eau bouillante a été signalée par MM. Debray (²) et Joly (³). M. Blarez (⁴) a également signalé la facile dissociation des phosphates basiques de strontiane.

» Le phosphate bistrontianique possède tout d'abord un état gélatineux qu'il perd dans les quelques heures qui suivent sa précipitation : il devient alors grenu, cristalloïde. Il abandonne son dernier équivalent d'eau à la température fournie par le chalumeau à gaz et à air pendant vingt minutes environ; il reste du *pyrophosphate de strontiane* $Pho^5 2StO$, légèrement bleuâtre.

» 3° *Phosphate monostrontianique diacide :* $Pho^5 StO, 2HO + 2HO$. — Quand on mélange à volumes égaux deux solutions déci-normales, l'une d'acide phosphorique trihydraté ($Pho^5 3HO$), l'autre de strontiane cristallisée ($StO, 10HO$); il se produit immédiatement un précipité de phosphate bistrontianique, dont la proportion et la composition ne varient pas, quelles que soient les températures auxquelles on opère, de 15° à 100°. Les solutions filtrées d'où s'est précipité le phosphate bistrontianique demeurent limpides depuis trois semaines. Chacune d'elles répond

(¹) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 911.
(²) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3ᵉ série, t. LXI, p. 419.
(³) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 1129.
(⁴) *Ibid.*, t. CIII, p. 265.

exactement à la solution de 3 équivalents StO dans 4 équivalents Pho^5.

» Si, pour arriver à la préparation du phosphate monostrontianique, l'on évapore, à une température ne dépassant pas 50°, une solution faite à froid de phosphate bistrontianique dans de l'acide phosphorique dilué, on obtient des tablettes nacrées, entièrement solubles dans l'eau, et qui présentent la composition $(Pho^5)^3\,2\,StO, HO + Aq$. La formation de ces sels polyphosphoriques a été signalée par M. Joly ([1]). Vient-on à opérer à chaud la dissolution du phosphate dans l'acide, et à évaporer la liqueur au-dessus de 50°, on obtient un produit de composition variable et fort peu soluble dans l'eau.

» J'ai obtenu le phosphate diacide $Pho^5\,StO, 2HO + 2HO$ en mettant en contact d'un excès de phosphate bistrontianique 10^{gr} d'acide phosphorique à 50 pour 100, étendu de 90^{gr} d'eau. J'ai filtré au bout de vingt-quatre heures, et la liqueur a été abandonnée sous cloche à l'évaporation spontanée. Trois semaines après, il se développait en différents points de la surface du liquide un champignon sur l'étude duquel j'aurai l'occasion de revenir. Ce n'est qu'au bout d'un mois et demi environ qu'il s'est précipité des cristaux sous forme de petites masses plus ou moins sphériques. Leur composition répond exactement à la formule $Pho^5\,StO, 2HO + 2HO$. Ils ne sont pas entièrement solubles dans l'eau. La partie insoluble est de $4^{gr},29$ pour 100 parties, et elle est constituée par du phosphate bistrontianique. »

THERMOCHIMIE. — *Le pouvoir calorifique de la houille et les formules à l'aide desquelles on cherche à le déterminer.* Note de M. **Scheurer-Kestner.**

« Depuis vingt-trois ans que M. Meunier-Dollfus et moi nous avons cherché à déterminer la chaleur de combustion de la houille en nous servant, d'abord du calorimètre de Favre et Silbermann, et, dans ces derniers temps, de la bombe calorimétrique de M. Berthelot ([2]), nous estimions avoir donné la preuve qu'il est impossible d'y arriver par le calcul. Les expériences que l'un de nous a entreprises avec la bombe nous ayant démontré que nos anciens résultats étaient trop élevés, de quelques centièmes,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1276.

([2]) *Comptes rendus*, janvier 1891. Mes premières expériences avec la bombe du Collège de France datent de l'année 1888.

nous nous sommes empressés d'apporter à nos conclusions la correction que ces expériences commandaient.

» En voyant les maxima s'abaisser, par suite de mes dernières expériences, certains auteurs en ont conclu qu'il en résultait un rapprochement vers la formule de Dulong, ne se rendant pas compte que, par suite de l'abaissement général de nos anciens nombres, il en serait de même des minima, et qu'en somme la différence entre les extrêmes restait à peu près la même.

» Une houille dépassant le calcul de 3 pour 100, par exemple, s'est trouvée ramenée à un nombre voisin du calcul, mais une houille qui paraissait répondre au résultat du calcul, se trouve de 3 ou 4 pour 100 au-dessous, à la suite de mes nouvelles déterminations.

» Cette tendance particulière à recourir à une formule, alors que les expériences, même de ses partisans, fournissent la preuve qu'elle est sans valeur, est d'autant moins explicable que, grâce aux progrès faits dans la construction des appareils calorimétriques, et notamment de la bombe de M. Berthelot, rendue plus accessible par l'émaillage dû à M. Mahler, les déterminations calorimétriques sont moins longues et plus faciles que les analyses.

» M. Bunte, qui est le plus ardent défenseur de la formule de Dulong, a publié une série de déterminations calorimétriques, d'où il croit pouvoir conclure à l'emploi de la formule. Et, cependant, je relève dans ses propres recherches les nombres suivants : Sur quinze espèces de houille qu'il a brûlées dans un calorimètre, il y en a une qui a donné sur la formule de Dulong un excédent de 2,8 pour 100, et une autre un déficit de 4,2 pour 100, ce qui n'empêche pas M. Bunte de déclarer que ses résultats sont très rapprochés de celui du calcul. Et cependant l'erreur possible est, non de 3 à 4 pour 100, comme semble le croire M. Bunte, mais de $2,8 + 4,2 = 7$ pour 100; car, dans cet ordre de recherches, ce qu'il importe surtout de connaître, c'est la valeur comparative des combustibles moins que leur valeur absolue. Dans d'autres expériences de M. Bunte, plus anciennes, je relève une houille ayant donné un excédent de 6,6 pour 100 sur la formule.

» D'autres expérimentateurs, notamment M. Schwackhoeffer (*Zeitschrift für analytische Chemie*) et Fischer (*Polytechnisches Journal*), ont constaté des excédents de 5,4 pour 100 et 6 pour 100.

» Je me suis résolu à faire une expérience décisive, c'est-à-dire contradictoire, afin de mettre un terme à la continuation d'erreurs qui risquent

de compromettre, pendant longtemps encore, la connaissance des faits acquis définitivement à la Science.

» J'ai choisi une houille du Pas-de-Calais, que j'avais étudiée il y a quelques années et dont la chaleur de combustion est très abaissée au-dessous de la formule. Dans cette expérience, pour qu'elle ait toute sa portée, il faut être absolument sûr et de l'analyse centésimale et de la chaleur de combustion de la houille. L'analyse a été faite dans le temps à Lille par les soins de M. Cornut; je l'ai répétée tout récemment. La chaleur de combustion a été déterminée par moi, d'abord dans le calorimètre de Favre et Silbermann, puis dans la bombe de M. Berthelot, qui m'a donné un nombre un peu inférieur; enfin j'ai répété la détermination calorimétrique tout récemment, dans la bombe du Collège de France, et j'ai demandé à M. Mahler de vouloir bien y procéder dans sa bombe émaillée. Les résultats concordants que j'ai obtenus tant pour l'analyse que pour l'opération calorimétrique ne laissent aucun doute sur les propriétés de cette houille.

» Il s'agit de la houille maigre de Bascoup, qui a donné, à l'analyse, de 92 à 92,08 pour 100 de carbone, 5,85 à 6 pour 100 d'hydrogène, 0,84 pour 100 d'azote et 1,04 à 1,31 d'oxygène.

Chaleur de combustion observée par M. Mahler...	8813^{cal}
» par M. S.-K.....	8828
» calculée par la formule....	9403

» Différence entre la formule et l'expérience 590^{cal} ou 6,3 pour 100 sur la formule, en moins.

» Ainsi, il est prouvé, sans contestation possible, qu'il existe une houille qui donne 6,3 pour 100 de calories de moins que la formule. D'un autre côté, il est prouvé par les expériences nombreuses de divers expérimentateurs, et par celles de M. Bunte lui-même, que l'on connaît des houilles donnant un excédent de 6 pour 100 sur le calcul. Il n'est donc pas douteux que, en se servant de la formule de Dulong pour se rendre compte de la valeur comparative de combustibles différents, on s'expose à une erreur possible de $6 + 6 = 12$ pour 100. Et il n'est nullement démontré qu'on ne trouvera pas des combustibles donnant soit en plus, soit en moins, des écarts encore plus considérables. La proportion des espèces de houille dont on connaît la chaleur de combustion est certainement trop faible, par rapport aux nombreuses espèces exploitées, pour qu'il soit légitime de

déterminer des limites entre lesquelles se tient la chaleur de combustion de la houille.

» La Thermochimie devrait, du reste, avoir mis un terme à l'emploi de moyens aussi empiriques que celui de la formule de Dulong. On a le droit d'être étonné qu'à l'heure actuelle on tente encore d'appliquer, comme le font ses partisans, le même coefficient calorifique, par exemple au carbone (sans parler de l'hydrogène), sans tenir aucun compte de la structure moléculaire du combustible. Or l'action de la chaleur sur les différentes espèces de houille nous apprend que leur constitution moléculaire est des plus dissemblables. Telle houille qui a la même composition centésimale que telle autre peut donner à la calcination 10 ou 20 pour 100 de plus de carbone fixe. Et cependant, M. Bunte appliquera dans les deux cas le même coefficient, tandis que le calorimètre fera ressortir ces différences d'une manière non douteuse.

» Il en est de l'essai de Berthier ce qu'il en est de la formule. Cependant j'ai tenu à répondre par une expérience à ceux qui le préconisent encore. Les résultats, comme il était facile de le prévoir, sont encore plus anormaux que ceux du calcul. Une houille ayant donné avec la bombe 8813^{cal} a donné avec l'essai Berthier 7547^{cal}; une autre ayant donné à la bombe 8750^{cal} a donné avec l'essai Berthier 7997^{cal}. Comme on le voit, il n'y a entre ces deux expériences aucun rapport d'aucune sorte. Il va sans dire que j'ai corrigé le coefficient de Berthier de la différence de valeur entre la chaleur de combustion de carbone de son époque et celui de 8080^{cal}. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Determination mécanique des points d'ébullition des composés à substitution terminale complexe.* Note de M. G. Hinrichs.

« Les composés qui dérivent des paraffines par la substitution d'un radical ou groupe d'atomes simples sont excessivement nombreux, mais d'un caractère assez uniforme, à cause de leur origine commune. Il suffira donc de limiter ici l'application des formules générales au cas le plus important et le mieux connu, celui de la transformation chimique des paraffines en alcools et de ces alcools en acides. Cette transformation nous permettra de démontrer un des principes les plus importants de la Mécanique des atomes.

» Pour obtenir les formules générales, il faut considérer l'effet de l'ad-

dition d'une masse quelconque u dans un lieu x; l'effet total, produit par la substitution des divers atomes élémentaires du radical sera la somme des effets de toutes ces substitutions partielles. C'est de cette manière que l'on obtient, en Mécanique céleste, la perturbation totale, en prenant la somme des perturbations des planètes individuelles.

» Soient, comme dans la Note précédente, M la masse de l'atome de la paraffine normale contenant n atomes de carbone, et ξ l'abscisse de son centre de gravité (77); I_p le moment d'inertie maximum pour l'axe naturel (81) et (83), et M' la masse de l'atome nouveau (87). Soit enfin u la masse nouvelle placée en x; le centre de gravité sera déplacé de la distance δ

$$\delta = \frac{u}{M'}(\xi - x), \tag{102}$$

et le moment d'inertie maximum pour le nouvel axe naturel sera

$$I_x = I_p + \mu(\xi - x)^2, \tag{103}$$

où μ représente la valeur réduite de la masse u substituée, d'après (93). Ces formules sont obtenues par le procédé décrit dans la Note précédente. Les transformations usuelles nous donneront les expressions simples et assez précises

$$I_x = \frac{7}{6}n^3(1 + \varepsilon''), \tag{104}$$

$$\varepsilon'' = \frac{3}{7n}(1 + 2\mu\nu^2), \tag{105}$$

$$\mu = \frac{Mu}{M + u}, \qquad \nu = \frac{\xi - x}{n}. \tag{106}$$

» Il conviendra d'appeler μ la *masse réduite* et ν la *distance réduite* de la masse substituée; le produit $\mu\nu^2$ sera le *moment d'inertie réduit* ou *équivalent* de la substitution de la masse u dans le lieu x de la paraffine normale de n atomes de carbone.

» La formule (104) se transformera en la logarithmique de la manière déjà connue, et nous donnera pour l'accroissement du logarithme du moment d'inertie dû à la substitution effectuée l'expression

$$\Delta(\log I) = \frac{0,372}{n}\mu\nu^2. \tag{107}$$

Cette équation fait voir que l'accroissement du moment d'inertie est proportionnel au moment équivalent de la substitution effectuée et en raison inverse du nombre d'atomes de carbone de la paraffine.

» Pour chaque masse u substituée dans son lieu x, le logarithme du moment d'inertie de la paraffine s'accroîtra de la quantité déterminée par (107); sous les restrictions analytiques bien connues, le résultat final produit par plusieurs substitutions simples de ce genre sera tout simplement la *somme* des effets individuels; c'est-à-dire l'accroissement du moment d'inertie d'une paraffine normale n produite par la substitution d'une masse u_1 à x_1, u_2 à x_2, u_3 à x_3, ... sera

$$\Delta(\log \mathrm{I}) = \frac{0,372}{n} \sum \mu\nu^2. \tag{108}$$

» Comme dans la Note précédente (98), nous obtiendrons finalement l'expression élégante

$$\Delta t = \frac{k}{n} \sum \mu\nu^2. \tag{109}$$

» L'accroissement de la température d'ébullition d'une paraffine normale, produite par la substitution terminale complexe, est donc proportionnel à la somme des moments réduits introduits et en raison inverse du nombre d'atomes de carbone.

» Il ne faut pas perdre de vue les réductions et les approximations que nous avons introduites dans les Notes précédentes et qui entrent implicitement dans cette formule finale. La constante k ne doit donc pas être trouvée absolument constante; mais, en général, elle doit dépendre de la valeur de l'ordonnée y_2 de la courbe parabolique des points d'ébullition des paraffines (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 1128; 1891), a et b étant des constantes pour une série homologue

$$k = a - by_2. \tag{110}$$

» La limite logarithmique ayant été atteinte, y_2 sera nul et k sera rigoureusement constant.

» Dans une Note prochaine, nous donnerons l'application de ces formules générales de la Mécanique des atomes aux cas des substitutions chimiques les plus importantes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions des trois acides amido-benzoïques.* Note de M. **Oechsner de Coninck.**

« *Réaction de l'azotite de potasse.* — On chauffe l'acide *o*-amido-benzoïque avec un léger excès du sel pur; il se forme une matière colorante soluble en rouge grenat dans l'eau alcoolisée.

» Dans les mêmes conditions, les acides *m* et *p*-amido-benzoïques ont fourni des matières colorantes solubles en rouge dans l'alcool étendu, et dont la teinte par transparence rappelait celle de solutions aqueuses moyennement concentrées d'acide chromique.

» *Réaction de l'azotate d'ammoniaque.* — Si l'on emploie un petit excès du sel pur et cristallisé, et que l'on chauffe progressivement jusqu'à fusion, on voit apparaître deux couches, l'une inférieure rouge clair, l'autre supérieure violette.

» Emploie-t-on une plus faible proportion du sel, il se forme une coloration tantôt rouge foncé, tantôt brune; on laisse refroidir un instant, puis on ajoute un peu d'eau : la liqueur se décolore, mais, si l'on chauffe à nouveau, elle reprend sa coloration primitive.

» *Réaction de l'azotate d'urane.* — On chauffe modérément les mélanges du sel et des trois isomères; avec l'acide *ortho*, on observe la formation dans le matras d'un sublimé rouge vif; l'eau alcoolisée se colore en jaune ambré.

» Avec l'acide *méta*, le sublimé est brun, et l'eau alcoolisée se colore en rouge brun.

» Avec l'acide *para*, production d'un sublimé orangé; l'eau alcoolisée se colore en jaune foncé.

» Si l'on chauffe plus fortement les trois acides isomériques, avec un excès de nitrate d'urane, la réaction est très vive; la masse fond, puis devient incandescente; à ce moment survient une explosion, et une masse poreuse extrêmement légère, d'un gris verdâtre, est projetée en dehors du matras. Calcinée dans un creuset de platine, cette masse laisse comme résidu de l'oxyde vert d'uranium.

» *Réaction du chlorure de chaux.* — Le sel employé est en pâte; j'ai chauffé légèrement un mélange à parties sensiblement égales de ce sel et de l'acide *ortho :* formation d'un magma violet foncé. Après refroidissement j'ai repris par l'alcool concentré; la solution est rouge franc par transpa-

rence, rouge brun par réflexion. Au bout de quelque temps, apparition d'une belle fluorescence violette.

» Avec l'acide *méta*, j'ai obtenu une matière colorante également soluble dans l'alcool fort; la liqueur était rouge solférino par transparence, rouge vif par réflexion. Je n'ai pas observé de fluorescence.

» L'acide *para* fournit une solution alcoolique rouge foncé; je n'ai pas non plus remarqué de fluorescence avec cet isomère.

» *Réaction du chlorure de zinc.* — J'ai préparé des mélanges à parties égales du sel granulé et des trois isomères, et j'ai chauffé jusqu'à la température de fusion de ceux-ci.

» L'acide *ortho* a donné une couleur ambrée; la masse se dissolvait en jaune intense dans l'alcool concentré et chaud.

» Pour les mêmes conditions, l'acide *méta* a fourni une couleur violette très foncée; dans quelques expériences, j'ai observé des reflets verdâtres; en reprenant par l'alcool concentré et chaud, on obtenait des solutions tantôt brunes, tantôt nettement ambrées.

» L'acide *para* s'est comporté comme son isomère *méta*.

» *Réaction du chlorure stanneux.* — Le chlorure était pur et cristallisé. Si l'on chauffe progressivement, le mélange d'acide *ortho* et d'un très léger excès du sel fond en un liquide épais jaune ambré.

» L'acide *méta* donne un liquide blanc jaunâtre, l'acide *para* un liquide jaune franc; l'eau et l'alcool ne dissolvent rien à froid; l'eau chaude devient d'un blanc laiteux.

» *Réaction du chlorure stannique.* — On emploie un faible excès du perchlorure et l'on chauffe doucement; la réaction est très vive; on laisse refroidir, et l'on reprend par l'eau alcoolisée qui se colore en rouge solférino.

» Dans les mêmes conditions, les deux isomères *méta* et *para* ne donnent pas de réaction.

» Dans quelques expériences avec l'acide *méta* et en chauffant plus vivement, j'ai obtenu un léger sublimé foncé, soluble en violet, pâle dans l'alcool étendu et bouillant. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la composition de la chlorocruorine.* Note de M. **A.-B. Griffiths**.

« En 1838, l'éminent zoologiste, M. Milne Edwards (¹) découvrit que le sang de certains vers (*Sabella*) contient une matière verte; en 1868, M. Lankester (²) a établi que cette matière verte est un pigment respiratoire comparable à l'hémoglobine et à l'hémocyanine. M. Lankester a nommé ce pigment respiratoire *chlorocruorine*.

» La chlorocruorine existe à deux états, à l'état d'oxychlorocruorine (chargée d'oxygène actif) et de chlorocruorine réduite ou chlorocruorine dénuée d'oxygène actif.

» Le spectre de l'oxychlorocruorine présente deux bandes d'absorption : l'une entre C et D, et l'autre entre D et E.

(α) La bande entre C et D... $\lambda =$ de 618 à 593 millioniemes de millimètre.
(β) La bande entre D et E... $\lambda =$ de 576 à 554,5 millioniemes de millimètre.

» Le spectre de la chlorocruorine réduite n'en présente qu'une entre les lignes C et D, mais moins bien définie (³).

» J'ai déterminé la composition approximative de la chlorocruorine; et la méthode qui m'a permis d'extraire ce pigment respiratoire du sang de *Sabella* a déjà été décrite dans les *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 840.

» Les analyses de la chlorocruorine ont donné (⁴) :

Carbone	54,23
Hydrogène	6,82
Azote	16,16
Fer	0,45
Soufre	0,78
Oxygène	21,56
	100,00

» Ces résultats répondent pour la chlorocruorine à la formule brute

$$C^{560}H^{845}Az^{143}FeS^{3}O^{167}.$$

(¹) *Annales des Sciences naturelles*, 2ᵉ série, t. X, p. 190.
(²) *Journal of Anatomy and Physiology*, vol. II, p. 114; vol. III, p. 119.
(³) Voir C.-A. Mac Munn, *Quarterly Journal of microscopical Science*, 1885.
(⁴) Moyennes de trois analyses.

» Comme l'hémoglobine, traitée par les acides et les alcalis, la chlorocruorine se détruit en donnant à la fois l'*hématine*, une matière albuminoïde, et des acides gras.

» M. Church ([1]) a récemment déterminé la composition d'un autre pigment animal, la turacine $C^{82}H^{81}Cu^2Az^9O^{32}$ (des plumes des touracos); elle présenterait aussi quelques analogies avec l'*hématine*, bien que contenant du cuivre en place de fer.

» Les analyses des cendres du sang de *Sabella* ([2]) ont donné les résultats suivants ([3])

Fe^2O^3	0,18
CaO	3,42
MgO	1,22
K^2O	4,03
Na^2O	45,23
P^2O^5	4,56
SO^3	2,10
Cl	39,26
	100,00

» Le sang de *Serpula* est rouge, et M. Mac Munn a trouvé qu'il donne à peu près le même spectre que la chlorocruorine ou que le sang de *Sabella*. J'ai entièrement confirmé ce travail de M. Mac Munn. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés antiseptiques de la formaldéhyde.* Note de M. A. **Trillat**, présentée par M. Schützenberger.

« Une des plus remarquables propriétés de l'aldéhyde formique est son pouvoir antiseptique. En 1888, j'avais déjà remarqué que l'urine additionnée de formaldéhyde devenait imputrescible : une étude plus récente vient de me prouver que cette propriété est d'autant plus remarquable que la puissance antiseptique du produit s'est presque constamment mon-

([1]) Voir A.-H. Church, *Proceedings of the Royal Society of London*, 28 avril 1892; *Nature*, vol. XLVI, p. 22; *Chemical News*, vol. LXV, p. 218.

([2]) Touchant la composition des cendres du sang d'autres invertébrés, voir A.-B. Griffiths, *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, vol. XVIII, p. 288-294.

([3]) Moyennes de deux analyses.

trée supérieure à celle du bichlorure de mercure, abstraction faite de la rapidité d'action qui n'a pas encore été déterminée exactement.

» J'ai d'abord calculé la dose de formaldéhyde capable de s'opposer à la putréfaction d'un litre de bouillon : ces essais ont été faits comparativement avec le bichlorure de mercure sur des jus de viandes crues de bœuf et de veau. Chaque série contenait 10^{cc} de bouillon et des doses de formaldéhyde ou de sublimé variant de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{50000}$; les essais furent placés dans des étuves à la température constante de 30°. A la dose de $\frac{1}{50000}$, l'action de la formaldéhyde est déjà très sensible sur le ralentissement de la décomposition; à la dose de $\frac{1}{25000}$, les bouillons n'avaient subi aucune altération après quatre jours. Les bouillons additionnés de pareilles proportions de bichlorure de mercure se sont décomposés après vingt-quatre heures. En augmentant la proportion d'aldéhyde formique, j'ai constaté qu'à la dose de $\frac{1}{12000}$ les bouillons étaient excore intacts après plusieurs semaines; les bouillons contenant $\frac{1}{6000}$ de bichlorure de mercure se sont décomposés après cinq à six jours.

» Les bouillons ensemencés avec le *bacillus anthracis* sont infertilisés à la dose de $\frac{1}{25000}$.

» L'action n'est pas moins remarquable sur les bacilles salivaires. Des séries de flacons contenant 10^{cc} de bouillon stérilisé ont reçu des doses variables d'aldéhyde formique après avoir été ensemencés par 10 gouttes de salive humaine. Les flacons témoins se sont troublés après vingt-quatre heures : le ralentissement de l'évolution microbienne était déjà sensible à la dose de $\frac{1}{50000}$ d'aldéhyde formique, et après quinze jours aucun trouble ne s'était manifesté dans les bouillons contenant $\frac{1}{30000}$ du produit expérimenté. Quant au pouvoir microbicide, j'ai constaté que la solution au $\frac{1}{1000}$ suffit pour tuer les microbes salivaires en moins de deux heures.

» J'ai étudié l'action de la formaldéhyde sur les bactéries des eaux d'égout. (Cet essai a été fait dans le laboratoire de M. le D[r] Miquel, qui a bien voulu m'aider de ses conseils.) J'ai opéré sur une eau d'égout qui contenait par centimètre cube environ 1 800 000 bactéries. Les cultures ont été faites sur gélatine additionnée de peptone. La dose de $\frac{1}{20000}$ d'aldéhyde formique est déjà, à coup sûr, suffisante pour stériliser les champs de culture. Le pouvoir microbicide est très marqué : à la dose de $\frac{1}{1000}$, la solution d'aldéhyde formique a tué les germes après une action de quelques heures.

» D'autre part, M. le D[r] F. Berlioz m'a communiqué les résultats sui-

vants concernant les doses infertilisantes pour différentes bactéries et la toxicité :

	Dose infertilisante pour 1000.	Dose non-infertilisante pour 1000.
	gr	gr
Culture de pertes blanches.......	0,030	0,020
Bacterium coli commune.......	0,030	0,020
Bacille d'Eberth................	0,050	0,040

» En injection sous-cutanée chez le cobaye, les doses de $0^{gr},53$ et $0^{gr},66$ par kilogramme ne sont pas mortelles; la dose de $0^{gr},80$ l'est assez rapidement. En injection intraveineuse, la dose de $0^{gr},038$ par kilogramme est sans action chez le lapin. Les cobayes auxquels on a injecté de la formaldéhyde émettent une urine imputrescible.

» L'action antifermentescible de la formaldéhyde n'est pas moins remarquable; elle fera l'objet d'une Communication ultérieure. Je me bornerai à signaler qu'elle s'exerce d'une manière très remarquable sur le lait et avec des doses de formaldéhyde extraordinairement faibles ([1]).

» L'aldéhyde formique a la propriété d'être rapidement absorbée de ses solutions lorsqu'on y plonge des fragments de peaux fraîches. Le tissu se gonfle et semble former une véritable combinaison analogue au cuir. Les viandes, de quelque nature qu'elles soient, se conservent indéfiniment lorsqu'elles ont été plongées dans des solutions de formaldéhyde. C'est ainsi que la solution au $\frac{1}{500}$ a déjà une action très rapide; il suffit d'immerger les parties animales seulement quelques secondes pour retarder de plusieurs jours la décomposition.

» L'aldéhyde formique coagule l'albumine, avec laquelle elle donne une masse transparente et d'aspect gélatineux; le sang est également coagulé.

» A l'état de faibles vapeurs, elle jouit des mêmes propriétés que la solution aqueuse. L'action antiseptique de ces vapeurs a été également observée par Büchner.

([1]) Le vin additionné de $\frac{1}{4000}$ de formaldéhyde ne s'aigrit plus, mais il est complètement décoloré. Les matières extractives et colorantes naturelles sont précipitées après plusieurs jours à froid et après quelques heures à chaud. Les matières colorantes dérivées de la houille ne sont généralement pas précipitées, mais transformées en d'autres matières colorantes. J'ai indiqué la possibilité de fonder une méthode pour le dosage des vins en se basant sur cette propriété (pli déposé à l'Académie, séance du 17 août 1891).

» L'aldéhyde formique est préparée en grand par un procédé que j'ai décrit et qui consiste à pulvériser de l'alcool méthylique sur du coke ou du charbon de cornue porté au rouge (¹).

» La solution qui m'a servi était à 40 pour 100 : en solution plus concentrée, l'aldéhyde formique se transforme en trioxyméthylène $(CH^2O)^3$, qui jouit des mêmes propriétés antiseptiques.

» Comme réactif de l'aldéhyde formique, je me sers, outre la solution de nitrate d'argent ammoniacale, d'une solution aqueuse très étendue d'aniline. Cette dernière réaction semble plus sensible que la réduction : la présence de la formaldéhyde est accusée par un nuage blanc formé par la combinaison résultante et qui est l'anhydroformaldéhydaniline $C^6H^5Az:CH^2$.

» Cette réaction est commune à l'aldéhyde acétique (²). »

ANATOMIE. — *Le système nerveux des Néritidés.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La commissure viscérale du système nerveux des Mollusques peut être droite ou croisée; elle est droite ou *orthoneure* quand elle est située tout entière au-dessous de l'intestin; elle est croisée ou *chiastoneure* quand l'une de ses branches passe au-dessus de l'intestin et l'autre au-dessous. Dans un travail relativement récent j'ai montré (³), contrairement aux idées admises, que les Gastéropodes prosobranches sont toujours chiastoneures, mais que les Néritidés et les Hélicinidés, sans être orthoneures comme Jhering les avait considérés jusque-là, présentaient une apparence orthoneuroïde et paraissaient dépourvus de la branche sus-intestinale de la commissure viscérale. Ces résultats furent confirmés par R. Bergh (⁴) dans une monographie anatomique des Néritidés, mais Jhering considéra ces Gastéropodes comme réellement orthoneures et, fidèle à ses opinions antérieures, divisa les Prosobranches en deux séries (orthoneures et chiastoneures) qui n'avaient d'autre point de contact que la forme ancestrale

---

(¹) *Moniteur scientifique*, 1890; *Bulletin de la Société chimique*, 1890.

(²) Travail fait au laboratoire de M. Schützenberger.

(³) E.-L. Bouvier, *Système nerveux, morphologie générale et classification des Gastéropodes prosobranches* (*Ann. des Sc. nat.*, 7ᵉ série, t. III, p. 388-392; 1887).

(⁴) R. Bergh, *Die Titiscanien, eine Familie der rhipidoglossen Gasteropoden.* (*Morphol. Jahrb.*, XVI-Bd., 1890).

et orthoneure du groupe. Jhering ajoutait d'ailleurs (¹) que l'existence de certains Prosobranches orthoneures ne permettait pas d'attribuer la chiastoneurie à un déplacement de l'anus.

» Frappés au contraire par les analogies étroites qui existent entre tous les Prosobranches, Pelseneer (²) et Boutan cherchèrent à établir que les Néritidés sont parfaitement chiastoneures et par conséquent pourvus des deux branches de la commissure viscérale. Les tentatives de Pelseneer ne dépassèrent pas le domaine de la spéculation et restèrent d'ailleurs infructueuses; mais Boutan se livra à des recherches anatomiques sur des Nérites bien conservées et, dans une Note très récente (³), décrivit chez ces animaux un système nerveux chiastoneure; dans la description qu'il en donne il dit que les deux branches de la prétendue commissure chiastoneure passent l'une et l'autre *au-dessous du tube digestif;* c'est pourquoi j'ai cru nécessaire de préciser davantage la disposition de la commissure.

» J'ai employé à ces recherches, au laboratoire de Malacologie du Muséum, plusieurs *Nerita plexa* Chemnitz que M. le Dr Jousseaume a eu l'obligeance de me rapporter de la mer Rouge, et j'ai pu, sur ces exemplaires parfaitement préparés, mettre en évidence la branche sus-intestinale qui m'avait échappé jadis quand j'étudiais des animaux depuis longtemps conservés dans l'alcool.

» Cette branche commissurale, assez grêle, mais cependant visible à l'œil nu, naît sur la face dorsale du ganglion palléal droit et, complètement libre de toute adhérence, se dirige obliquement en dessus et en arrière, au-dessous de la masse buccale et de la glande salivaire droite. Ayant atteint le sac radulaire du côté droit au voisinage de sa base, elle se dirige ensuite presque directement vers la gauche en passant *au-dessus de l'œsophage* et de l'aorte antérieure, redescend ensuite du côté gauche en restant toujours au-dessus des organes, atteint la ligne où les parois gauches de la cavité du corps se détachent du muscle columellaire, pénètre fort peu profondément au-dessous des trabécules conjonctifs de cette région, puis, se dirigeant en arrière, arrive à un petit ganglion triangu-

---

(¹) H. von Jhering, *Sur les relations naturelles des Cochlides et des Ichnopodes* (*Bulletin scient. de la France et de la Belgique*, t. XXIII, p. 188 et 243; 1891).

(²) P. Pelseneer, *Giebt es Orthoneuren* (*Bulletin scient. de la France et de la Belgique*, 3e série, t. I, p. 112; 1885).

(³) L. Boutan, *Sur le système nerveux de la* Nerita polita (*Comptes rendus*, 16 mai 1892).

laire qui est le ganglion sus-intestinal ([1]). A partir de ce point la branche continue directement et presque superficiellement son trajet; elle passe sur la face antérieure du péricarde, se dirige vers l'orifice du rein, puis atteint le ganglion viscéral où elle se continue avec la branche sous-intestinale que connaissent depuis longtemps les anatomistes.

» La *Nerita plexa* présente en outre les mêmes anastomoses palléales que tous les autres Prosobranches; l'anastomose palléale droite est représentée par l'union, depuis longtemps connue, du ganglion sous-intestinal et du ganglion palléal droit; celle de gauche se présente sous la forme d'un long nerf superficiel qui s'étend du ganglion sus-intestinal au point où se bifurque le nerf branchio-palléal (nerf branchial des auteurs).

» J'ai observé des dispositions anatomiques à peu près identiques aux précédentes chez la *Nerita polita* Linn., la *Neritina Petiti* Recluz et la *Navicella Janelli* Recluz; mais je n'ai pu encore étudier, à ce point de vue, les Hélicinidés. Il est peu probable toutefois que ces derniers présentent un système nerveux différent de celui des Néritidés, et l'on peut d'ores et déjà conclure, avec la plus grande vraisemblance, que tous ces Prosobranches orthoneuroïdes sont en réalité parfaitement chiastoneures.

» Les observations consignées dans cette Note ne me paraissent pas être sans portée : elles rapprochent étroitement les Néritidés et les Hélicinidés des autres Prosobranches diotocardes enlèvent leur argument principal à ceux qui ne considéraient pas le croisement du système nerveux comme la conséquence du déplacement de l'anus, détruisent définitivement les idées relatives à l'existence de deux séries divergentes chez les Prosobranches, et établit enfin, d'une manière définitive, l'homogénéité parfaite de ce dernier groupe. »

ZOOLOGIE. — *Sur les caractères ostéologiques d'un* Mesoplodon Sowerbyensis *mâle, échoué récemment sur le littoral de la France.* Note de M. P. FISCHER, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le *Mesoplodon Sowerbyensis* est un des Cétacés les plus rares des mers d'Europe; il a été observé une dizaine de fois sur le littoral de la Bel-

([1]) Ce ganglion, très peu profond, est presque appliqué sur le muscle du columellaire; il se trouve à peu près au même niveau que la base de la pointe branchiale.

gique, de l'Écosse, de l'Irlande, des îles Shetland, du Kattegat, et deux fois seulement sur les côtes françaises de la Manche : au Havre (Blainville) et à Sallenelles (Deslonchamps).

» Les différences marquées que présentent les têtes osseuses de ces Ziphioïdes, suivant qu'elles appartenaient à des individus mâles ou femelles, adultes ou jeunes, expliquent la multiplication insolite des noms génériques attribués aux deux ou trois espèces de *Mesoplodon* actuellement connues et que les auteurs désignent sous les titres de *Micropteron, Mesodiodon, Heterodon, Dioplodon, Dolichodon, Oulodon, Aodon, Diodon, Ziphius, Neoziphius, Nodus, Delphinorhynchus, Delphinus*.

» Il est donc nécessaire d'étudier chaque individu afin de fixer autant que possible les limites de la variabilité des espèces dont les caractères n'ont été établis que d'après un petit nombre de spécimens.

» J'ai eu récemment l'occasion d'examiner le squelette d'un *Mesoplodon Sowerbyensis*, échoué, vivant encore, sur le rivage du cap Breton (Landes) en août 1888. L'animal avait été blessé par une arme à feu; l'omoplate, la deuxième côte et la mandibule du côté gauche étaient trouées par des chevrotines. Sa longueur totale a été évaluée à 5^m environ; le corps était très volumineux, fusiforme, de couleur noire, à l'exception de l'abdomen qui était blanc; la verge était énorme et saillante; les yeux étaient très petits; de chaque côté de la mâchoire inférieure se montrait une forte dent qui donnait à la face quelque ressemblance avec celle d'un sanglier, à cause du relèvement de la lèvre supérieure à ce niveau. Les lobes de la queue étaient très larges.

» L'épave, vendue à un pêcheur au compte de la Marine, fut dépecée et enterrée; le squelette ultérieurement fut acquis par le Musée de Bordeaux, où je l'ai étudié grâce à la complaisance du conservateur, M. Cabannes, qui m'a donné les renseignements que je viens de citer.

» Le squelette appartient à un animal adulte, d'après la soudure des épiphyses, des vertèbres, des os des membres et des pièces de l'hyoïde et du sternum. Longueur totale, $4^m,35$.

» La tête osseuse présente les dimensions suivantes : longueur totale, $0^m,77$; distance de l'extrémité antérieure du rostre à la paroi antérieure des fosses nasales, $0^m,57$; de l'extrémité du rostre aux entailles maxillaires, $0^m,53$; longueur de la mâchoire inférieure, $0^m,66$.

» L'intermaxillaire droit étant un peu plus large que le gauche, l'orifice antérieur des fosses nasales est légèrement rejeté à gauche; le rostre est

très comprimé latéralement; il paraît beaucoup plus étroit que sur tous les spécimens figurés. Le vomer se voit à la face supérieure et à la face inférieure du rostre.

» Le maxillaire inférieur porte de chaque côté une forte dent, émergeant d'une saillie du bord alvéolaire et enchâssée dans une épaisse protubérance, plus forte que celle des maxillaires figurés de la même espèce. Au-dessous de cette dent, le bord inférieur de la mandibule est concave et non horizontal, comme on le remarque chez les femelles.

» La dent est longue, aplatie, légèrement courbée d'arrière en avant; son extrémité est très aiguë ; sa racine est obliquement tronquée. Hauteur, 116^{mm}; longueur, 40^{mm}. Cette dent est donc très différente de celle des femelles, qui est petite et trigone. Elle est placée à l'union des $\frac{3}{7}$ antérieurs avec les $\frac{4}{7}$ postérieurs de la mandibule, et immédiatement en arrière de la symphyse maxillaire.

» La position de la dent paraît très variable; sur l'individu mâle de Sallenelles, figuré par P. Gervais, on la trouve vers le tiers antérieur de la mandibule; sur la femelle d'Ostende, examinée par Van Beneden, elle paraît vers les $\frac{2}{7}$ antérieurs; enfin elle est tout à fait antérieure et presque terminale chez les *Mesoplodon europœus* et *M. Hectori*. Il serait très intéressant de déterminer les limites de ses déplacements parce que la plupart des espèces du genre *Mesoplodon* ont été instituées suivant que la dent était plus ou moins éloignée de l'extrémité du rostre. Quant à ses dimensions, elle ont perdu de leur valeur comme caractère spécifique depuis qu'on a démontré que les individus munis d'une petite dent étaient femelles.

» Le squelette du Musée de Bordeaux possède quarante-six vertèbres, sept cervicales, neuf ou dix dorsales, vingt-huit ou vingt-neuf lombaires et caudales. Les autres squelettes connus ont quarante-six vertèbres. Les apophyses épineuses cessent à la trente-huitième vertèbre; les apophyses transverses à la trente-quatrième vertèbre; les saillies antérieures de la base des épines à la trente-sixième vertèbre. Les épines sont larges, élevées; celle de la première dorsale est aiguë et étroite; les autres sont largement tronquées. Les os en V conservés sont courts et au nombre de huit seulement.

» Les deux premières cervicales sont soudées par les corps et les épines; la troisième est soudée à la précédente par le corps, mais non par l'épine. Les centrums des cinq dernières cervicales sont très minces, plats, subquadrangulaires; les quatrième, cinquième et sixième vertèbres cervicales

n'ont pas les processus des apophyses transverses soudés pour fermer le canal de l'artère vertébrale, qui est complété sur la troisième cervicale. Les lames des apophyses épineuses des troisième, quatrième et cinquième cervicales ne se rejoignent pas pour former l'épine; mais celle-ci existe sur les sixième et septième cervicales; elle est plus longue et plus aiguë sur la septième cervicale.

» On n'a recueilli que neuf paires de côtes; il est probable que la troisième, qui est flottante, a été égarée. La première est très large; les sept premières s'articulent par leur tête et leur tubérosité; la huitième et la neuvième sont très longues, presque égales, ce qui prouve que la dixième manque.

» Le sternum se compose de quatre pièces : la première est échancrée en avant et en arrière, mais sa partie centrale est pleine; la deuxième et la troisième sont échancrées en avant et en arrière; la quatrième est échancrée en avant, avec un trou central et une fissure en arrière.

» L'hyoïde est composé d'une seule pièce arquée en croissant, par suite de la soudure du corps (basi-hyoïde) et des grandes cornes (cératohyoïdiens). Les stylo-hyoïdiens sont aplatis et spatuliformes.

» Les membres sont courts comme ceux des Ziphioïdes; la longueur de l'humérus est inférieure à celle des os de l'avant-bras; l'apophyse olécranienne du cubitus est très développée, sécuriforme; le radius est large; les phalanges sont courtes, rétrécies à leur partie moyenne. Plusieurs sont perdues.

» L'omoplate, très élargie, est remarquable par la longueur de l'acromion, dépassant beaucoup celle de l'apophyse coracoïde, qui est relativement étroite et légèrement relevée. »

ZOOLOGIE. — *Sur une espèce nouvelle de* Gammarus *du lac d'Annecy et sur les Amphipodes d'eau douce de la France*. Note de MM. **E. Chevreux** et **J. de Guerne**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Le Crustacé que nous allons décrire a été recueilli en plein hiver dans des conditions tout à fait spéciales. Il provient d'une source dont MM. Delebecque et Legay, ingénieurs des Ponts et Chaussées, ont démontré l'existence en un point particulier du lac d'Annecy, appelé le *Boubioz*. C'est une sorte d'entonnoir dont les parois vaseuses présentent « une inclinaison variant entre 20° et 40° et dont le fond rocheux se trouve à

» 80^m,60 au-dessous du niveau de l'eau, soit 16^m plus bas que le plafond du » lac ([1]). » En février 1891, la glace étant assez solide, des recherches ont pu être poursuivies avec une grande précision, sur la température des eaux du *Boubioz*. Au fond de celui-ci, le thermomètre à renversement de Negretti et Zambra marquait 11°,8 au lieu de 3°,8, à la profondeur de 65^m, sur le plafond du lac. Après chaque expérience, l'instrument retiré du *Boubioz* ramenait à la surface un certain nombre d'Amphipodes.

» Soumis à notre examen par M. Delebecque, ces animaux, appartenant au genre *Gammarus*, nous ont paru bien différents du *G. pulex*, avec lequel leur aspect général et leurs dimensions tendraient à les faire confondre tout d'abord. Il devient nécessaire de les distinguer comme espèce et nous sommes heureux de dédier celle-ci au savant hydrographe qui nous l'a fait connaître.

» *Gammarus Delebecquei* ne diffère pas sensiblement, dans sa configuration générale, de *G. pulex* auct. La forme des épimères des trois premiers segments abdominaux, la disposition et le nombre des épines entremêlées de soies qui garnissent les trois derniers segments sont les mêmes.

» Les antennes supérieures, très allongées, sont aussi longues que l'ensemble de la tête et du thorax. Le fouet comprend 32 à 35 articles chez le mâle adulte, au lieu de 25 à 28 chez les mâles de *G. pulex;* il est, comme d'habitude, beaucoup plus court chez la femelle. Le fouet accessoire se compose de 3 articles à peu près d'égale taille, suivis d'un 4e article rudimentaire. Le pédoncule des antennes inférieures est plus grêle et plus allongé; le fouet comprend, comme chez l'espèce commune, 12 articles; il est garni, dans toute sa longueur, de soies d'égale taille; chez les *G. pulex*, bien typiques, au contraire, les soies des articles médians sont beaucoup plus longues et plus touffues que celles des articles extrêmes.

» Les yeux, légèrement réniformes, sont beaucoup plus volumineux; leur grand diamètre est à peu près parallèle au bord antérieur de la tête; il est, au contraire, placé obliquement chez *G. pulex*.

» Les pattes des deux premières paires diffèrent à peine dans les deux espèces. Les propodes sont néanmoins un peu plus étroits chez *G. Delebecquei;* les 5 paires de pattes suivantes sont aussi un peu plus grêles. Un caractère différenciel assez saillant consiste dans la forme de l'article basal des pattes des deux dernières paires, dont le bord postérieur est régulièrement arrondi chez *G. pulex*, tandis que, dans notre espèce, ce même article se rétrécit brusquement à sa partie inférieure, le bord postérieur présentant une courbure concave assez accentuée.

» Les uropodes de la dernière paire sont bien différents. On sait que, chez *G. pulex*, la branche interne atteint à peu près les trois quarts de la longueur de la branche externe; dans notre espèce, la branche interne, beaucoup plus grêle, ne dépasse pas la moitié de la longueur de l'autre, non compris le petit article terminal.

([1]) Voir *Comptes rendus*, séance du 20 avril 1891.

» La branche externe, plus étroite chez *G. Delebecquei*, est garnie de nombreuses épines, cette même branche n'en portant que deux au bord latéral chez *G. pulex;* les soies sont, au contraire, plus courtes et plus rares, et celles du bord interne seules sont ciliées.

» Les lamelles du telson, plus étroites chez *G. Delebecquei* que chez l'espèce commune, se terminent par deux épines, au lieu d'une chez *G. pulex*.

» On retrouve les mêmes caractères distinctifs chez la femelle; les antennes supérieures sont beaucoup plus longues que les inférieures; l'article basal des pattes des deux dernières paires est rétréci à sa partie inférieure; enfin les uropodes de la dernière paire, de dimensions beaucoup moindres que chez le mâle, affectent cependant les mêmes proportions relatives. Chacune des lames du telson porte aussi deux épines à son extrémité.

» La longueur d'un mâle adulte est de 12^{mm}, mesurés du bord antérieur de la tête à l'extrémité du telson. La femelle, plus petite, comme c'est le cas ordinaire chez les *Gammarus*, n'atteint que 8^{mm}.

» Dans la description précédente, nous avons pris comme terme de comparaison un *Gammarus* provenant de l'étang de Chaville (Seine-et-Oise) et que nous considérons comme la forme typique de *G. pulex* auct. Cette espèce est très variable suivant les localités. Chez beaucoup d'exemplaires (mâles adultes), nous n'avons pas retrouvé, par exemple, les longues soies des articles médians des antennes inférieures. A notre avis, toutefois, les diverses formes de *G. pulex* présentent constamment deux caractères invariables : l'œil, très petit, placé obliquement, et une seule épine à l'extrémité des lamelles du telson.

» Quoi qu'il en soit, la découverte d'un *Gammarus* inédit dans les eaux douces de la France est d'autant plus digne d'attention qu'on y connaît seulement aujourd'hui trois espèces d'Amphipodes : *G. pulex* auct., *G. puteanus* Koch et *G. rhipidiophorus* Catta. Encore, ce dernier n'a-t-il été observé qu'une fois, dans un puits où l'eau est alternativement douce et saumâtre, à la Ciotat (Bouches-du-Rhône).

» Aux formes énumérées ci-dessus, nous ajouterons un type marin, *G. locusta* Lin., capable de s'adapter à l'eau complètement douce et qui remonte très haut dans les fleuves. Cet Amphipode est extrêmement commun dans la Loire, en amont de Nantes, à plus de 80^{km} de la mer [1] et se trouve aussi dans les rivières de la Corse et de la Provence, au voisinage de l'embouchure. Dans des conditions analogues, *G. locusta* a été sans doute maintes fois confondu avec *G. pulex;* les naturalistes les plus con-

---

(1) Il est bon de noter que *G. pulex* abonde dans les fossés des prairies qui bordent la Loire, ainsi qu'au lac de Grandlieu (Loire-Inférieure).

sciencieux peuvent s'y tromper, et nous savons par le Dr Dahl (¹) que cela est arrivé à un zoologiste de Hambourg, qui a signalé dans la distribution d'eau de cette ville un *G. pulex*, lequel est en réalité *G. locusta*, ayant remonté l'Elbe.

» Une confusion semblable a pu se produire d'autre part entre *G. pulex* et *G. Delebecquei* et nous ne serions pas étonnés d'apprendre que cette espèce se rencontre dans nombre de lacs profonds de l'Europe centrale. Étant donnée la station où ce Crustacé a été remarqué pour la première fois, il est permis de supposer qu'il se dissémine par les nappes d'eau souterraines à la façon de *G. puteanus*, si répandu sur le continent européen et jusque dans les îles, et de tant d'autres organismes dont la dispersion par les eaux phréatiques a semblé longtemps fort extraordinaire (²). »

ZOOLOGIE. — *Action de diverses substances toxiques sur le* Bombyx Mori. Note de M. **J. Raulin**, présentée par M. Duclaux.

« En 1891, on a essayé sur des vers à soie à cocons jaunes des Cévennes, élevés dans les laboratoires de la Station agronomique du Rhône, avec des feuilles de mûriers du champ d'expériences de Pierre-Bénite, l'action d'un assez grand nombre de substances toxiques.

» Parmi les résultats obtenus, nous citerons les suivants :

» A. Des œufs de vers à soie trempés dans des solutions à 10 pour 100 de substances *fixes* considérées comme des toxiques énergiques, telles que le sulfate de cuivre, l'arséniate de potasse, les sels de morphine et de cinchonine, le sulfate de strychnine et le sulfate de brucine, ont présenté une résistance remarquable à l'action de ces poisons.

» Au contraire, des œufs de vers à soie placés dans des flacons dont l'air était saturé de certaines vapeurs appartenant aux groupes chimiques les plus divers, quelques-unes très peu volatiles (benzine, naphtaline, essence d'anis, de girofle, chloroforme, nitrobenzine, alcool méthylique,

---

(¹) *Sechster Bericht d. Kommis. z. wiss. Unters. der deutschen Meere*, Kiel, 1891.

(²) L'existence des yeux, voire même leur grande dimension relative, chez *G. Delebecquei*, ne doit pas empêcher de le considérer comme pouvant pénétrer et vivre dans les eaux souterraines, témoin l'exemple des *Gammarus* observés par R. Schneider à Clausthal. Le professeur Moniez a signalé à Lille un *Gammarus* de grande taille (22^{mm}, antennes non comprises), et qui paraît être dans le même cas.

phénol, aldéhyde, acétone, chloral, acide acétique, iode, mercure, etc.), ont perdu leur vitalité.

» Des vers à soie, entre la troisième et la quatrième mue, ont aussi présenté à l'action de vapeurs analogues une grande sensibilité; le sulfure de carbone et la benzine se sont montrés particulièrement actifs, car le sulfure de carbone a causé la mort jusqu'à la dose de $\frac{1}{120}$ de centimètre cube (mesurée à l'état liquide) dans 250^{cc} d'air; à des doses plus faibles il a amené l'immobilité temporaire, pour devenir à peu près inactif à la dose de $\frac{1}{3840}$ de centimètre cube. La benzine, depuis la dose de $\frac{1}{60}$ de centimètre cube jusqu'à $\frac{1}{1920}$ de centimètre cube dans 250^{cc} d'air, a produit l'immobilité temporaire; la dose de $\frac{1}{3840}$ de centimètre cube a été à peu près inactive.

» La plupart de ces vapeurs, telles que l'alcool éthylique, l'éther, le chloroforme, l'alcool méthylique, l'essence de thym, de lavande, etc., paraissent se comporter comme des anesthésiques : pour une faible dose, les vers à soie deviennent immobiles et insensibles, et reviennent à la vie; une action plus profonde provoque la mort.

» B. On a injecté, à l'aide de la seringue Pravaz, des substances toxiques fixes, en solutions, à des vers à soie entre la quatrième mue et la montée, et à des papillons de vers à soie : parmi les substances minérales, le nitrate de plomb, le nitrate d'argent, le sulfate de cuivre, le bichlorure de mercure, l'arséniate de potasse se sont montrés actifs, même en solution très étendue; mais c'est parmi les alcaloïdes : la morphine, la quinine, la cinchonine, la caféine, la brucine, la strychnine, la cocaïne, l'atropine, la nicotine, l'aconitine, qu'on a trouvé les poisons les plus actifs; ainsi pour avoir des solutions inoffensives des sels de ces alcaloïdes, on a été obligé de les étendre jusqu'aux proportions suivantes :

	Pour les vers à soie.	Pour les papillons.
Strychnine...........	$\frac{1}{5000}$	$\frac{1}{40000}$
Atropine.............	$\frac{1}{32000}$	$\frac{1}{1200000}$
Aconitine............	$\frac{1}{960000}$	$\frac{1}{2000000}$
Nicotine.............	$\frac{1}{1200000}$	$\frac{1}{3200000}$

» Parmi ces poisons, les uns, comme le sulfate de cuivre, le sublimé corrosif, l'arséniate de potasse, le nitrate d'argent, paraissent agir par altération de l'organisme; d'autres, comme l'atropine, la brucine, la cinchonine, etc., produisent des effets analogues à l'anesthésie; d'autres enfin, comme la cocaïne, produisent des manifestations spéciales : le ver vomit beaucoup, se raccourcit et meurt dans des convulsions.

» C. Il résulte de ce qui précède que l'action physiologique d'une substance toxique sur le *Bombyx Mori* dépend de l'état physique et du mode d'emploi de la substance, et de l'activité respiratoire du Bombyx.

» En particulier, j'insiste sur ce fait que des quantités pour ainsi dire infinitésimales de certaines substances produisent encore des effets appréciables, car les limites d'action sur les papillons ont été obtenues :

	mgr
Avec l'atropine, à la dose de..........	0,004
Avec la strychnine, à la dose de.......	0,002
Avec l'aconitine, à la dose de..........	0,0002
Avec la nicotine, à la dose de.........	0,0001

» Peut-être pourrait-on utiliser ces propriétés pour déceler, dans des cas d'empoisonnements, par exemple, des quantités d'alcaloïdes qui échapperaient aux procédés habituellement employés. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les rapports génétiques des matières résineuses et tanniques d'origine végétale (observations faites dans les genres* Gardenia *et* Spermolepis). Note de MM. **Édouard Heckel** et **Fr. Schlagdenhauffen**, présentée par M. Chatin.

« La nature et les origines chimiques des produits excrétés ou sécrétés par les végétaux offrent un réel intérêt qui ne saurait échapper aux biologistes ; aussi les observations se multiplient-elles en vue de les établir avec certitude.

» Depuis Dippel (*Bullet. de la Soc. biolog. de France*, t. XI; 1864), des travaux nombreux ([1]) ont vu le jour sur la nature des résines et sur leurs rapports originels, soit avec l'amidon, soit avec les substances tanniques. Certaines résines, non examinées jusqu'ici, nous ont montré une transition très manifeste entre ces deux catégories de composés naturels.

» I. Il s'agit d'abord des résines de *Gardenia*. Trois espèces de ce genre remarquable, originaires de la Nouvelle-Calédonie (*G. Oudiepe* Vieil.; *G. Aubryi* Vieil. et *G. sulcata* Gært.), portent des bourgeons foliaires ([2])

([1]) Wiesner, *Entstehung des Harzes* (*Sitz. Ak. Wissens. Wien*, III, 118); Hanstein, *Ueber d. Org. d. Harz. absond.* (*Bot. Zeit.*, XXVI, p. 697); Franchimont, *Entstehung d. Harz.* (*Flora*, XXIX, p. 225).

([2]) Deux plantes de l'Inde : *Gardenia resinifera* Roth. et *G. gummifera* L. ont

qui se recouvrent d'un épais enduit protecteur de nature résineuse formant un blastocolle de couleur verdâtre. Cette matière, sécrétée par des poils glanduleux, est très abondante et employée à divers usages médicaux et économiques par les indigènes de cette île.

» Traitée par divers réactifs, cette substance brute s'est montrée à nous absolument privée de chlorophylle, mais renfermant des traces de matières gommeuses, tanniques et albuminoïdes. La résine *pure*, obtenue par un de ses nombreux dissolvants (notamment l'éther acétique qui en dissout 98 pour 100), a présenté quelques réactions caractéristiques qui la différencient de toutes ses congénères : coloration *vert foncé* au contact du *chlorure ferrique* et *rouge* avec l'*acétate d'urane*, qui semblent indiquer de prime abord qu'on a affaire à une substance tannique. La solution éthérée, acétonique et alcoolique de la résine, qu'elle soit étendue ou concentrée, traitée par une gouttelette de *chlorure ferrique* dans l'alcool, devient *vert foncé* comme certaines solutions de tannin; mais, si la résine domine, on voit que la teinte verte du mélange passe au *brun* et au *rouge foncé*, phénomène que ne présentent jamais les tannins. Si l'on ajoute au liquide *vert foncé* un peu de *carbonate de soude*, on obtient une coloration *rouge rubis* en même temps qu'un précipité *rouge foncé*.

» D'autre part, l'analyse élémentaire a donné les résultats suivants :

Matière employée......	0^gr,250	d'où	H pour 100......	6,2604	100 000
H^2O..................	0,1410		C..............	52,9620	
CO^2..................	0,4855		O..............	40,7796	

» En comparant ces nombres à ceux fournis par d'autres résines (*térébenthine, copal, oliban, myrrhe, sandaraque*, d'après Gerardt) [1], on est étonné de rencontrer des différences entre leurs éléments constitutifs. Mais, si l'on rapproche les nombres que nous avons trouvés de ceux des diverses espèces de tannins (*acide morintannique; acides morique, quercitannique, quinotannique*), on trouve une concordance presque parfaite. Notre résine de *Gardenia* se confond sensiblement, comme composition élémentaire, avec l'acide *quinotannique*, et c'est avec ce tannin qu'elle présente le plus de ressemblances : les affinités botaniques pouvaient le faire

---

leurs bourgeons foliaires noyés dans une résine jaune verdâtre semblable à celle que nous étudions ici : c'est un point de contact de plus entre les deux flores néo-calédonienne et indo-asiatique.

[1] *Traité de Chimie organique*, t. III, p. 654-688.

prévoir, les Quinquinas et les Gardenias appartenant à la même famille des Rubiacées.

» Malgré les différences si considérables qui les séparent au point de vue de leurs propriétés physiques, de leur solubilité dans les divers véhicules, de leur état moléculaire et de leur densité, il existe donc, entre les résines de *Gardenia* et le tannin, une très grande analogie qui peut laisser supposer une véritable communauté d'origine.

» II. Un fait semblable s'est dégagé de nos recherches sur une abondante excrétion propre au *Spermolepis gummifera* Brongniart et Gris, myrtacée néo-calédonienne qui constitue une grande partie du domaine forestier de cette île du Pacifique ([1]).

» Cet exsudat tanno-résineux se forme dans le bois (*duramen* et *aubier*), au détriment des cellules ligneuses qui disparaissent en laissant à leur place une poche de matière tanno-résineuse liquide et noirâtre. Le tannin y est dans la proportion de 80 pour 100 environ et n'offre rien de particulier; c'est de l'acide gallotannique. Mais la matière résineuse *pure* présente, à l'analyse élémentaire, la constitution suivante :

Matière employée.......	0,300 gr	d'où	C pour 100.......	55,994	100 000
CO^2..................	0,616		H..............	5,110	
H^2O..................	0,138		O..............	38,896	

» Les quantités de carbone, d'hydrogène et d'oxygène se rapprochent beaucoup de celles qu'indiquent les auteurs relativement à divers principes tanniques : *acides leditannique, morintannique* et *cafétannique*. D'autre part, cette substance, d'aspect physique et de propriétés chimiques évidemment résineuses, jouit d'un grand nombre de réactions similaires de celles de l'acide gallotannique. C'est donc une *tanno-résine* qui se joint au tannin pur. Il n'existe pas de gomme dans cet exsudat comme pourrait le faire supposer le nom spécifique du végétal ([2]).

» Ces faits nous ont paru avoir quelque intérêt et mériter de fixer l'attention des partisans d'une relation génétique entre les substances tanniques et résineuses propres aux végétaux. »

---

(1) Le *Spermolopis rubiginosa* Brongniart et Gris donne les mêmes exsudats, mais plus discrètement.

(2) Ce nom de *Spermolepis gummifera*, qui consacre une erreur chimique, doit être aujourd'hui abandonné et transformé pour répondre à la réalité des faits, en *S. tannifera*, puisque c'est le tannin qui domine dans la matière excrétée très apparente qui a valu à l'espèce sa dénomination botanique.

BOTANIQUE. — *Recherches sur la greffe des Crucifères.* Note de M. **Lucien Daniel** [1], présentée par M. Duchartre.

« Dans une précédente Communication [2], j'ai montré avec quelle facilité on peut greffer sur racines un grand nombre de plantes herbacées, quelles que soient les régions anatomiques mises en contact, pourvu qu'il s'agisse de tissus vivants.

» Poursuivant mes recherches, j'ai voulu voir ce qui se passerait en greffant, par exemple, des plantes vigoureuses sur des sujets plus faibles, et réciproquement; des plantes annuelles sur des plantes vivaces, fleurissant ou non à la même époque.

» Le 28 janvier 1892, j'ai greffé :

» N° 1. — La tige du Chou vert, *plante bisannuelle* provenant des semis d'août, sur la racine de l'Alliaire (*Alliaria officinalis*). Sujet et greffon avaient alors sensiblement la même grosseur, soit 7^{mm} à 8^{mm} de diamètre.

» Dans cette première expérience, j'ai donc greffé une plante bisannuelle à sa première année de développement sur une plante vivace, c'est-à-dire des végétaux différant entièrement au point de vue de leur évolution.

» N° 2. — La racine de l'Alliaire, munie de sa rosette de feuilles et de bourgeons, sur la tige du Chou vert (semis d'août). Cette expérience est inverse de la précédente.

» N° 3. — La tige de la Giroflée (*Cheiranthus Cheiri*), jeune pousse avec ses boutons à fleurs à peine indiqués et provenant d'un pied âgé, sur la tige du Chou vert (semis d'août).

» N° 4. — Des mêmes rameaux à fleurs de Giroflée sur la racine de l'Alliaire, plantes vivaces fleurissant à la même époque.

» N° 5. — La tige jeune de la Corbeille d'argent (*Iberis sempervirens*) sur la racine de l'Alliaire.

» N° 6. — Les jeunes rameaux à fleurs du Chou vert, à boutons naissants, longs à peine de 10^{cm} et provenant d'un sujet à sa deuxième année de végétation, sur la racine de l'Alliaire, à l'effet d'obtenir des variations dans la fructification du Chou par sa greffe sur une plante vivace.

---

(1) Mes recherches sur la greffe ont été entreprises à Château-Gontier et au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la direction de M. Gaston Bonnier.

(2) L. Daniel, *Sur la greffe des parties souterraines des plantes* (*Comptes rendus*, 21 septembre 1891).

» N° 7. — La racine, avec sa rosette de feuilles et de bourgeons, du *Brassica Cheiranthus* sur la tige du Chou vert (semis d'août).

» N° 8. — La racine du *Barbarea intermedia* sur la tige du Chou vert (semis d'août), afin d'essayer la greffe d'une plante bisannuelle à sa deuxième année de développement sur une plante également bisannuelle, mais encore à sa première année d'existence.

» N° 9. — La racine tuberculeuse de Rutabaga, avec sa rosette de feuilles, sur la racine de l'Alliaire.

» N° 10. — La racine de l'Alliaire sur le tubercule de Rutabaga.

» Toutes ces greffes ont réussi sans exception, et la manière dont chacune d'elles s'est comportée mérite d'être l'objet d'un rapide examen.

» Dans les greffes du n° 1, la tige-greffon du Chou vert s'est mise à pousser vigoureusement vers la fin de mars. Au 1er mai, cette tige avait la grosseur normale des Choux témoins non greffés, soit 12^{mm} à 18^{mm} environ de diamètre.

» Beaucoup plus vigoureux que la tige de l'Alliaire et d'une taille plus élevée, le greffon, pour retirer du sol une nourriture suffisante, a obligé la racine-sujet, qui ordinairement ne dépasse guère 8^{mm} de diamètre, à s'hypertrophier à un tel point que son épaisseur actuelle est de 12^{mm} à 15^{mm} suivant les échantillons.

» Les branches à fleurs du Chou vert diffèrent à peine comme taille de la tige adulte de l'Alliaire. Or, dans les greffes du n° 6, le greffon a atteint une hauteur de 60^{cm} environ et possède des siliques bien formées. Mais on ne remarque aucune hypertrophie de la racine-sujet, qui suffit à assurer le développement complet d'une petite partie d'un Chou qu'elle n'aurait pu nourrir en entier sans s'hypertrophier.

» On ne remarque pas de modifications de la racine-sujet dans les greffes des nos 4 et 5, où les greffons adultes ont à peu près la taille de l'Alliaire.

» Dans les greffes des nos 2, 3, 7 et 8, la fructification du greffon a eu lieu aux époques ordinaires et ses dimensions sont restées normales. Mais la taille du greffon, restant ainsi très petite par rapport au Chou-sujet, ce dernier n'a pu acquérir sa grosseur habituelle, qui n'est nullement en rapport avec la tige qu'on lui donne à nourrir. Aussi le sujet a-t-il conservé l'épaisseur de 7^{mm} à 8^{mm} qu'il avait au moment du greffage.

» Quant aux greffes des nos 9 et 10, chaque greffon s'est développé comme s'il avait été placé sur sa propre racine. Le Rutabaga n'a pas paru avoir beaucoup souffert de la perte des réserves de son tubercule. L'Al-

liaire n'a rien gagné en vigueur au contact des réserves de la racine-sujet. Le greffon est devenu simplement un peu plus trapu.

» Ces faits, qui établissent d'une façon très nette *l'influence du greffon sur le sujet dans les Crucifères,* peuvent se rapprocher des faits connus relatifs à la panachure du sujet sous l'influence du greffon dans les *Abutilon,* et au transport des substances chimiques du greffon dans le sujet. (Expériences de M. Strasburger sur les Solanées).

» En résumé, on peut donc dire que :

» 1° Dans certaines Crucifères, le greffon influe sur le sujet, soit pour lui donner de la vigueur si ce greffon appartient à une espèce de plus grande taille que le sujet (Chou sur Alliaire); soit au contraire pour en empêcher le développement normal si le greffon appartient à une espèce plus faible que le sujet (Alliaire, Giroflée, Corbeille d'argent, *Barbarea intermedia, Brassica Cheiranthus* sur Chou vert).

» 2° En greffant une Crucifère vivace sur une autre vivace, ou bisannuelle à sa première ou sa deuxième année de développement, l'époque de la fructification du greffon ne paraît pas modifiée. Il en est de même pour une Crucifère bisannuelle, à sa deuxième année de développement, greffée sur une Crucifère vivace ou non.

» 3° La greffe des bourgeons à fleurs, au début de leur développement, se fait sur racine avec beaucoup de facilité.

» 4° On peut très bien greffer avec succès des racines, munies de leurs rosettes de feuilles et formant greffon, sur des tiges qui constituent le sujet, autrement dit greffer le système descendant sur le système ascendant, ce qui n'a pas encore été fait, à ma connaissance. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Contribution à l'étude de la toxine du bacille de la diphtérie* (1). Note de M. **Guinochet**, présentée par M. A. Chauveau.

« 1. Depuis quelques années on tend de plus en plus à admettre que les microbes pathogènes agissent, non par leur simple présence, mais par les produits qu'ils élaborent. Aussi l'étude de ces produits a-t-elle déjà suscité un grand nombre de travaux. A part les propriétés physiologiques

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Straus.

de ces substances, deux points surtout ont attiré l'attention : d'une part, la nature chimique de ces corps parfois si actifs; d'autre part, le mécanisme de leur formation.

» 2. En ce qui concerne le premier point, on était enclin tout d'abord à les ranger parmi les alcaloïdes; il est incontestable que les milieux dans lesquels ont vécu les microbes pathogènes contiennent souvent des alcaloïdes; on sait aujourd'hui que ce ne sont pas ces alcaloïdes qui constituent les produits pathogènes spécifiques des différents microbes. Ces alcaloïdes ne reproduisent pas les principaux symptômes de la maladie causée par le microbe lui-même ou par les bouillons où il s'est cultivé.

» On chercha donc dans une autre direction, et l'on admet aujourd'hui que ces produits sont des matières albuminoïdes, soit des diastases (Roux et Yersin), soit des albumines (toxalbumines de Brieger et Frænkel), soit des nucléines (Gamaleïa).

» 3. Le second point à élucider est celui de savoir d'où dérivent ces produits toxiques. Sont-ce des produits de décomposition des matières albuminoïdes ayant servi d'aliment au microbe, comme on l'admet en Allemagne (Brieger, Hüppe), ou, au contraire, les microbes possèdent-ils la faculté de les produire par un processus synthétique, à l'aide de corps plus simples?

» 4. Afin d'apporter quelque éclaircissement dans ce problème, j'ai pensé qu'il serait intéressant de cultiver le microbe de la diphtérie dans un liquide ne contenant pas de matière albuminoïde et de voir si, après développement, le milieu de culture renfermerait ou non la même toxine qui se produit dans les bouillons ordinaires de culture.

» On savait déjà (d'Espine et Marignac) que la bacille de Löffler peut vivre dans l'urine; mais ces auteurs ne se sont pas occupés de la toxicité de cette urine; il aurait pu se faire que celle-ci, tout en maintenant le microbe vivant, ne fût pas toxique. Dans ce cas, l'hypothèse qui attribue une origine albuminoïde à cette toxine aurait été confirmée. Or, l'expérience m'a montré que, si l'on injecte à des cobayes soit des cultures du bacille de Löffler dans l'urine, soit cette même urine débarrassée des microbes par le filtre Chamberland, ces animaux périssent en présentant les mêmes lésions que des cobayes témoins inoculés avec une culture sur bouillon de bœuf ou de veau. La seule différence consiste en ce que, pour obtenir la mort dans le même laps de temps, il faut injecter une dose deux ou trois fois plus forte d'urine que de bouillon, ce qui semblerait établir que la toxine formée est moins abondante dans l'urine.

» Il résulte de ce qui précède que la toxine bactérienne la plus connue, celle de la diphtérie, ne dérive pas nécessairement de matières albuminoïdes; ou au moins, pour ne pas empiéter sur les faits strictement observés, que cette toxine peut être élaborée par le bacille de Löffler en l'absence de toute matière albuminoïde.

» 5. Ce premier point résolu, il s'agit de savoir si cette toxine, non dérivée d'une matière albuminoïde, est elle-même une albumine. Or, il m'a été impossible de constater dans l'urine de culture la trace d'une matière albuminoïde par les réactifs ordinaires de ces substances (ferrocyanure acétique, réactif de Tanret, réaction du biuret, etc.), même en opérant sur un litre d'urine réduite à un petit volume dans le vide, soit à 30°, soit à 10°.

» Faut-il en conclure que le poison sécrété par le microbe diphtérique n'est pas une matière albuminoïde. Je ne crois pas pouvoir émettre une assertion aussi absolue, parce que ce poison agit à des doses tellement faibles (des fractions de milligramme) et est si altérable, que les réactifs des matières albuminoïdes ne sont ni assez sensibles, ni assez certains pour permettre d'affirmer dans un liquide l'absence de traces aussi minimes de ces matières.

» 6. Il me semble résulter de ce qui précède qu'il est tout à fait prématuré de vouloir ranger les substances pathogènes spécifiques élaborées par les microbes dans un groupe chimique déterminé : diastase, albumine, nucléine, et que l'on devrait se contenter de les désigner par un nom vague comme celui de *toxine*, qui répond bien à leur principale propriété physiologique, la seule dûment constatée. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Contribution à la connaissance du climat saharien.* Note de M. **Georges Rolland**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Une station météorologique a été fondée, il y a plusieurs années déjà, dans l'oued Rir', à l'oasis française d'Ayata, par la *Société agricole et industrielle du Sud algérien*, dont j'ai l'honneur de diriger les opérations. Nous nous sommes proposé ainsi de faire profiter la Science de notre installation dans le sud de l'Algérie, de contribuer à faire mieux connaître le climat saharien, d'arriver, en particulier, à déterminer exactement le climat de l'oued Rir', c'est-à-dire de la région la plus intéressante du Sahara algérien pour la colonisation française, enfin de tirer de ces observations des indications utiles tant pour la culture du palmier-dattier que

pour les essais d'acclimatation entrepris ou à entreprendre dans la contrée.

» L'emplacement de la station d'Ayata a été choisi de manière à obtenir une bonne moyenne du climat de l'oued Rir'. En effet ([1]), Ayata est située à la latitude de 33°30', alors que l'ensemble de l'oued Rir' se trouve compris entre le 33e et le 34e degré. L'altitude y est d'environ $+41^m$, alors que les deux oasis extrêmes de la région, au nord et au sud, sont respectivement à $-13^m,5$ et à $+82^m$. Enfin l'abri météorologique (installé sur une pente exposée au nord) se trouve à mi-hauteur entre la zone des bas-fonds de la vallée et le niveau supérieur des reliefs qui la parsèment.

» Les observations sont faites avec beaucoup de soin par un de nos agents, M. J. Cornu. Les appareils dont il dispose sont : trois appareils enregistreurs (système Richard), thermomètre, hygromètre et baromètre, donnés par l'*Association française pour l'avancement des Sciences* à la suite de sa visite de 1888; des thermomètres maxima, minima et ordinaires; un psychromètre; un pluviomètre, etc.

» Voici les principaux résultats des trois séries complètes d'observations faites par M. J. Cornu, pendant les années 1889, 1890 et 1891 ([2]).

» *Température.* — La température moyenne annuelle a été de 21°,3 en 1889, de 20°,38 en 1890 et de 20°,89 en 1891. Moyenne générale, 20°,86; moyennes par saison, 11°,7 pour l'hiver, 24°,53 pour le printemps, 31°,44 pour l'été, 15°,74 pour l'automne. Maxima moyennes : 42°,9 pour juillet et 42°,4 pour août. Minima moyennes : 3°,5 pour décembre, 3° pour janvier, 4° pour février. Maximum absolu (à l'ombre), 50°; minimum absolu, — 4°,4.

» Ainsi, les écarts entre les températures extrêmes sont considérables. Les étés sont très chauds, et les hivers relativement froids. Pendant l'hiver 1890-1891, on a enregistré 18 minima au-dessous de zéro.

» Les moyennes ci-dessus pourront être modifiées par de plus longues observations, mais de peu sans doute et plutôt en plus. Elles varieront légèrement suivant les expositions, et seront supérieures dans les oasis abritées contre les vents les plus froids (ceux du nord et du nord-ouest) : telles sont les oasis d'El-Berd et de Tinedla ([3]). Or une moyenne supé-

---

([1]) Voir ma *Géologie du Sahara*, texte et planches.

([2]) Des résumés périodiques sont insérés dans le *Bulletin de la Société météorologique de France* par les soins de M. Léon Teisserenc de Bort.

([3]) De même dans les oasis entourées de dunes qui reflètent les rayons solaires, comme dans la région voisine du Souf (et, par places aussi, aux environs de Tougourt).

rieure de 1° seulement suffit pour que les dattes aient une maturité plus précoce.

» Si nous comptons que les régimes de *deglet nour* (variété fine) soient fécondés le 1er mai (la fécondation se fait généralement un peu plus tôt) et que leurs fruits soient mûrs le 1er novembre, nous voyons que pendant ces six mois, en additionnant les moyennes des températures quotidiennes, on a eu 5403° de chaleur en 1889, année où les dattes ont bien mûri, 5128° en 1890, année de maturation très incomplète, et 5218° en 1891, année de maturation encore imparfaite et très lente. On peut donc dire qu'il faut au palmier *deglet nour*, pendant ces six mois, une somme de chaleur d'au moins 5300° à 5400°. Toutes les variétés de dattes ne réclament pas autant de chaleur, par exemple les *gharz* et surtout les *amari* (dont une partie était déjà mûre à la mi-août en 1889).

» *Pluie*. — Il est tombé $64^{mm},2$ de pluie en 1889, $236^{mm},8$ en 1890 et $104^{mm},6$ en 1891 : soit une moyenne annuelle de 135^{mm}, dont $77^{mm},5$ en hiver, $12^{mm},9$ pendant le printemps, $5^{mm},9$ en été et $42^{mm},5$ en automne.

» Bien que très faible, cette hauteur de pluie est plutôt supérieure à la moyenne générale du climat saharien, caractérisé par sa sécheresse. Elle est insuffisante pour permettre des cultures quelconques, en dehors des lieux dont le sous-sol est naturellement humide ou dont la surface est irrigable à l'aide d'eaux souterraines ou courantes (et l'oued Rir' est précisément très riche en puits artésiens jaillissants). Pour ce qui est du palmier, d'ailleurs, la pluie est souvent nuisible : au printemps, lors de la fécondation, elle lave les fleurs des régimes, entraîne le pollen, produit la coulure; en automne, avant la récolte, elle donne lieu à une sorte de fermentation des dattes déjà mûres et à leur décomposition près du pédoncule.

» *État de l'atmosphère*. — L'atmosphère n'est que très rarement saturée de vapeur d'eau. Les brouillards et les rosées sont des exceptions. Le ciel est généralement clair et ne présente guère de nuages; les journées entièrement couvertes se comptent. L'illumination solaire est intense. Les vents sont presque toujours très secs, et provoquent une évaporation énorme. Aussi, avec la chaleur de l'été, la quantité d'eau à donner au sol pour les cultures doit-elle être considérable : dans les oasis bien irriguées de l'oued Rir', elle correspond à une hauteur d'eau de plus de 5^{m} en un an.

» Comment font cependant pour vivre les arbustes qui poussent en plein Sahara? Malgré la sécheresse de la surface, le sous-sol conserve toujours une certaine humidité, provenant soit des pluies, soit, dans les bassins artésiens, des eaux souterraines, et cette humidité remonte par capil-

larité, même en été, jusqu'aux racines des plantes. De plus, les terrains d'atterrissement sont imprégnés de sels divers, de nature hygrométrique, qui concentrent pendant la nuit une certaine quantité de vapeur d'eau; les terrains très salés sont même toujours plus ou moins humides. Enfin la sève des plantes laisse à la surface des feuilles, sous l'effet de l'évaporation, une certaine quantité de sels, qui, à leur tour, absorbent dans l'atmosphère de la vapeur d'eau, dont les feuilles s'emparent.

» *Vents.* — Les vents dominants sont ceux de l'est en été et ceux de l'ouest en hiver. Les vents du nord-ouest sont généralement forts et violents; ils soufflent surtout en hiver et au printemps, et durent parfois trois, six et neuf jours; ils sont très préjudiciables pendant la fécondation des palmiers, dispersant au loin le pollen des fleurs mâles qu'on a placées dans les régimes femelles. Ils charrient beaucoup de sables, et j'ai démontré que ce sont eux qui ont le plus d'action dans la formation des dunes. Les vents du sud-ouest aussi sont souvent assez forts, mais ils ne charrient guère de sables. Ceux du sud et du sud-est (*siroco*) en soulèvent beaucoup, quand ils soufflent avec violence : mais cela est assez rare.

» Les vents du nord-ouest et du nord donnent les pluies les plus persistantes en hiver; ceux du nord-ouest, et parfois de l'ouest, amènent des orages presque soudains, mais de courte durée. Par un ciel pur et bleu, on voit un nuage gris jaunâtre se former dans le lointain, au nord-ouest, grossir rapidement, envahir l'horizon, et s'élancer vers le sud-est avec une vitesse vertigineuse, soulevant et projetant les sables et graviers du sol, qui hachent les jeunes plantes ou les recouvrent d'une croûte rendue adhérente par la pluie : tel fut l'orage du 29 février 1889. Ces orages sont rarement accompagnés d'éclairs et de tonnerre. »

VITICULTURE. — *Sur un passage de* Strabon *relatif à un traitement de la vigne.* Lettre de M. **Ant. Aublez.**

« Je viens de lire que, dans la séance du 21 avril, M. Mely signale à l'attention de l'Académie un texte de Strabon concernant un remède dont les anciens se seraient servis pour détruire le Phylloxera.

» Dans le texte de Strabon, il est fait mention de l'île de Rhodes, où se pratiquait cette méthode.

» J'habite Rhodes depuis trente ans et je puis certifier que le remède contre la maladie de la vigne, comme le dit Strabon, s'applique encore de

nos jours; mais ce n'est pas contre le Phylloxera, car il n'a pas fait son apparition ici. Nos viticulteurs, comme au temps de Strabon, se servent d'une terre noire mêlée avec de l'huile avec laquelle ils frottent les ceps de vignes pour détruire les pucerons qui les envahissent; en outre, ils soufrent les vignes.

» La terre dont se servent nos viticulteurs s'appelle, en grec moderne, *sparta*. On la fait venir de l'Asie Mineure.

» Il existe en outre, à Rhodes, une autre terre semblable, mais de couleur différente, comme le dit Posidonius, alors professeur au Prytanée de Rhodes; mais on ne s'en sert plus, car il faut la mélanger avec une trop grande quantité d'huile.

» Je vous envoie deux échantillons : le n° 1 contient la terre noire dite *sparta*. On la met dans un récipient avec de l'huile et on la fait dissoudre à chaud; le n° 2 contient de la terre de Rhodes : on la mêle à froid avec de l'huile. »

M. **Thonion** annonce avoir découvert la visibilité de la circulation capillaire du sang, dans les vaisseaux superficiels de la conjonctive *humaine*, sans traumatisme, *au moyen du microscope*. La démonstration et l'observation peuvent en être faites en tout temps, soit avec la lumière solaire, soit avec un éclairage artificiel suffisant.

M. **L. Hugo** adresse une Note ayant pour titre : « Sur un anneau elliptique de quarante points stellaires, discernable à côté de la nébuleuse de la Lyre dans la photographie du P. Denza. »

M. **Arnaud Charles** adresse une Note sur la « Détermination du nombre des nombres premiers inférieurs à une quantité donnée ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 AVRIL 1892.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, 4ᵉ série, publiée par M. CAMILLE JORDAN. Tome VIII, année 1892; fasc. 1. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; in-4°.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution. Report of the national Museum. Washington, 1891; gr. in-8°.

Preussische Staatsschriften aus der Regierungszest König Friedrichs II, bearbeitet von Dr OTTO KRANSKE. Berlin, 1892; gr. in-8°.

Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Litteratur, von Dr RUDOLF WOLF, Professor in Zurich. Zurich, 1892; in-8°.

Annalen der Schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt, 1889. Zurich; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 MAI 1892.

Annales de Chimie et de Physique, par BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART. 6ᵉ série, mai 1892, t. XXVI. Paris, Masson, 1892; fasc. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. DEHÉRAIN. T. XVIII, n° 4. Paris, Masson, 1892; fasc. in-8°.

Pathogénie des accidents infectieux chez les urinaires. Rapport par M. le professeur GUYON. Coulommiers, Paul Brodard, fasc. 1892; br. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. Rapports du Jury international publiés sous la direction de M.* ALFRED PICARD, *Inspecteur général des Ponts et Chaussées, etc.* — Groupe VI : *Outillage et procédés des industries mécaniques* (7ᵉ Partie), Classes 65 et 66. Imprimerie nationale, 1891; in-4°.

Nouvelle analyse physique des vibrations lumineuses basée sur la mécanique de l'élasticité et conduisant logiquement à l'explication de tous les phénomènes de l'Optique, par l'abbé L.-M. LE DANTEC. Paris, J. Michelet, 1892; in-8°.

Auvergne et plateau central. Les tourbières et la tourbe, par J.-B.-M. BIÉLAWSKI. Clermont-Ferrand, G. Mont-Louis, 1892. (Présenté par M. Fouqué.) (Renvoyé au Concours des prix Montyon.)

Annuaire géologique, rédigé par MM. le Dr Carez et Douvillé. T. VII, 4e fasc. (Présenté par M. Gaudry.)

Results of the meteorological observations made at the government Observatory, Madras during the years 1861-1890, *under the direction of the late* Norman Robert Pogson. Madras, 1892; 1 vol. in-4°.

Der Brorsen'sche Comet. I. Theil : *Die Verbindung der Erscheinungen* 1873 *und* 1879 *und die Vorausberechnung für* 1890, von Prof. Dr. E. Lamp, Observator an der Königl. Sternwarte. Kiel, 1892; broch. in-4°.

Report upon some of the magnetic Observatories of Europe, by C.-C. Marsh, Ensign. U. S. Navy. Washington, Government printing office, 1891; fasc. in-4°.

Magnetic observations at the United States naval Observatory 1890, by I.-A. Hoogewerff, Ensign. U. S. Navy. Government printing office, 1891; fasc. in-4°.

Meteorological observations and results at the United States naval Observatory 1883-1887. Washington, Government printing office, 1891; fasc. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 7 JUIN 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'application de la méthode de M. Lindstedt au problème des trois corps.* Note de M. **H. Poincaré.**

« Dans une Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, il y a quelques années (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 21), j'ai exposé la méthode de M. Lindstedt sous une forme nouvelle, fondée sur les principes des *Vorlesungen über Dynamik*.

» Le but de la présente Note est de montrer d'abord que cette méthode peut être appliquée à l'étude des variations séculaires des éléments des planètes, mais qu'elle ne peut, sans modification, s'étendre au problème des trois corps, et quelles sont les modifications à faire pour que cela devienne possible.

» Voici les notations que j'adopterai ; je rapporterai la première pla-

nète au Soleil, et la seconde au centre de gravité du système formé par le Soleil et la première planète. Je désigne par μ, β et β' trois coefficients dépendant des masses : le premier très petit, les deux autres finis.

» J'appelle a le demi grand axe de la première planète, $\sin\varphi$ l'excentricité, i l'inclinaison, λ la longitude moyenne, θ la longitude du nœud, ϖ celle du périhélie, et je pose $\Lambda = \beta\sqrt{a}$;

$$\xi = 2\sqrt{\Lambda}\sin\frac{\varphi}{2}\cos\varpi, \qquad \eta = -2\sqrt{\Lambda}\sin\frac{\varphi}{2}\sin\varpi,$$

$$p = 2\sqrt{\Lambda\cos\varphi}\sin\frac{i}{2}\cos\theta, \qquad q = -2\sqrt{\Lambda\cos\varphi}\sin\frac{i}{2}\sin\theta.$$

» Je désignerai les éléments correspondants de la seconde planète par les mêmes lettres accentuées, de sorte que nos douze variables seront les suivantes :

$$(1) \qquad \begin{cases} \Lambda, & \Lambda', & \xi, & \xi', & p, & p', \\ \lambda, & \lambda', & \eta, & \eta', & q, & q'. \end{cases}$$

» J'appelle μF l'énergie totale du système. F sera développable suivant les puissances de μ, de sorte que j'écrirai

$$F = F_0 + \mu F_1 + \mu^2 F_2 + \ldots$$

F_0 ne dépendra que de Λ et Λ', F_1, F_2, ... seront développables suivant les puissances des variables ξ, η, p et q et suivant les cosinus et sinus des multiples de λ et de λ'. Je désigne par R la valeur moyenne de F_1 considérée comme fonction périodique de λ et λ'.

» Si alors je désigne par x_i une quelconque des variables de la première ligne du tableau (1), et par y_i la variable correspondante de la deuxième ligne, les équations du mouvement pourront s'écrire

$$(2) \qquad \frac{dx_i}{dt} = \frac{dF}{dy_i}, \qquad \frac{dy_i}{dt} = -\frac{dF}{dx_i}.$$

» Les fondateurs de la Mécanique céleste ont été conduits à envisager les équations suivantes

$$(3) \qquad \frac{dx_i}{dt} = \mu\frac{dR}{dy_i}, \qquad \frac{dy_i}{dt} = -\mu\frac{dR}{dx_i}.$$

» Dans ces équations, nous ne désignons par x_i et y_i que les variables des quatre dernières colonnes du tableau (1). R ne dépend ni de λ, ni de λ' et nous regardons momentanément Λ et Λ' comme des constantes.

L'importance des équations (3) provient de ce qu'elles nous font connaître les plus considérables des variations que peuvent subir ξ, η, p, q, ..., de ce qu'elles peuvent, en d'autres termes, nous fournir une première approximation pour le calcul des variations séculaires de ces quantités.

» Pour rendre la méthode de la Communication citée applicable aux équations (3), il faut profiter de la petitesse des quantités ξ, η, ...; soit ε un coefficient très petit et posons

$$\xi = \varepsilon\xi_1, \qquad \eta = \varepsilon\eta_1, \qquad p = \varepsilon p_1, \qquad q = \varepsilon q_1, \qquad \xi' = \varepsilon\xi'_1, \qquad \ldots$$

R devient développable suivant les puissances croissantes de ε^2 et nous pouvons écrire

$$R = R_0 + \varepsilon^2 R_2 + \varepsilon^4 R_4 + \ldots$$

et poser

$$R' = \frac{\mu}{\varepsilon^2}(R - R_0) = \mu R_2 + \varepsilon^2 \mu R_4 + \ldots.$$

» Prenons ensuite de nouvelles variables ρ_i, ω_i $(i = 1, 2, 3, 4)$ définies de la façon suivante : ξ, η, p, q, ... sont des fonctions linéaires convenablement choisies des $\sqrt{\rho_i}\cos\omega_i$ et des $\sqrt{\rho_i}\sin\omega_i$; le choix doit être fait de telle façon que R_2 ne dépende plus que des ρ_i et non des ω_i. Les équations (3) deviennent alors

$$\text{(3 bis)} \qquad \frac{d\rho_i}{dt} = \frac{dR'}{d\omega_i}, \qquad \frac{d\omega_i}{dt} = -\frac{dR'}{d\rho_i},$$

et la méthode de la Communication citée leur est directement applicable, puisque R' est développable suivant les puissances de ε^2 et que R_2 ne dépend pas des ω_i. D'où cette conséquence : les variations séculaires des excentricités et des inclinaisons calculées par les équations (3) peuvent se mettre sous la forme d'une somme de termes périodiques. Lagrange et Laplace avaient démontré ce résultat en négligeant les cubes des excentricités; Le Verrier et Cellérier en en négligeant les cinquièmes puissances. On voit qu'il est vrai, quelque loin que l'on pousse l'approximation.

» L'intégration des équations (3) mises sous la forme (3 *bis*) revient à l'intégration de l'équation aux dérivées partielles suivante :

$$\text{(4)} \qquad R\left(\frac{dT}{d\omega_i}, \omega_i\right) = \text{const.}$$

» Je suppose que R ait été exprimé en fonction de ρ_i et de ω_i et que ρ_i

y ait été ensuite remplacé par la dérivée correspondante $\frac{dT}{d\omega_i}$ de la fonction inconnue T. La méthode de la Communication citée nous fournit une intégrale de l'équation (4) dépendant de quatre constantes arbitraires V_i. Si l'on pose alors

$$(5) \qquad \rho_i = \frac{dT}{d\omega_i}, \qquad v_i = \frac{dT}{dV_i},$$

on peut considérer les équations (5) comme définissant un changement de variables, les variables nouvelles étant les V_i et les v_i et les anciennes les ρ_i et les ω_i. Le théorème de Jacobi nous apprend alors qu'on obtiendra les intégrales des équations (3) en égalant les V_i et les $\frac{dv_i}{dt}$ à des constantes.

» Passons maintenant au problème des trois corps proprement dit, c'est-à-dire aux équations (2). Pour que la méthode de M. Lindstedt telle que je l'ai exposée fût applicable à ces équations, il faudrait que F_0 dépendît à la fois *de tous les* x_i; elle le serait encore sans modification sensible bien que F_0 ne dépende que de A et A' et non de tous les x_i, si F était périodique par rapport aux y_i et si R ne dépendait pas des y_i.

» Ces conditions ne sont pas remplies d'elles-mêmes, mais on peut arriver à y satisfaire par un changement de variables convenable.

» Reprenons les variables V_i et v_i définies par les équations (5). Soient ensuite λ_2 et λ'_2 deux variables nouvelles telles que

$$\lambda_2 = \lambda + \psi, \qquad \lambda'_2 = \lambda' + \psi',$$

ψ et ψ' étant deux fonctions convenablement choisies de A, A', V_i, v_i. Prenons alors pour variables nouvelles

$$(6) \qquad \begin{cases} A, & A', & V_i, \\ \lambda_2, & \lambda'_2, & v_i. \end{cases}$$

» Les équations conserveront la forme (2), à la condition que x_i désigne une variable quelconque de la première ligne du Tableau (6) et y_i la variable correspondante de la seconde ligne. F_0 ne dépend encore que de A et A', mais F est périodique par rapport aux y_i et R ne dépend pas des y_i. La méthode est donc applicable.

» Une difficulté subsiste encore cependant. Cette méthode nous permet de développer nos inconnues suivant les puissances de μ; mais les coefficients de ce développement contiennent des termes qui ont au dénomi-

nateur certaines puissances des excentricités; la méthode pourrait donc devenir illusoire si les excentricités étaient très petites, comparables par exemple aux masses ou à leurs racines carrées.

» L'origine de cette difficulté est la suivante. J'ai dit que F est développable suivant les puissances des $\xi, \eta, p, q, \ldots$; de plus F contient des termes du premier degré par rapport à ces variables. Si ces termes du premier degré n'existaient pas, on n'aurait pas à craindre de voir apparaître des puissances négatives des excentricités.

» J'ai donc été conduit à faire dans certains cas un changement de variables préalable. Mes variables nouvelles s'appelleront

$$(7) \qquad \begin{cases} \Lambda_1, & \Lambda'_1, & \xi_1, & \xi'_1, & p, & p', \\ \lambda_1, & \lambda'_1, & \eta_1, & \eta'_1, & q, & q', \end{cases}$$

et je choisirai ces variables de telle sorte :

» 1° Que les équations conservent la forme (2);

» 2° Que pour les solutions périodiques que j'appelle de la première sorte, et que j'ai étudiées dans mon Ouvrage intitulé les *Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, on ait

$$\xi_1 = \xi'_1 = \eta_1 = \eta'_1 = 0.$$

» Alors l'expression de F avec les variables (7) a la même forme qu'avec les variables (1), mais avec cette différence que F ne contient plus de termes du premier degré par rapport aux $\xi_1, \eta_1, p, q, \ldots$. La difficulté a donc disparu.

» Inutile d'ajouter que, comme dans la méthode ordinaire de M. Lindstedt, les séries ne sont pas convergentes, mais seulement semi-convergentes au sens de Stirling, ce qui limite les conditions dans lesquelles on peut s'en servir. Je n'insisterai pas sur certains procédés de détail qui permettent d'éviter quelques-uns de ces changements de variables, ni sur les avantages que présente la méthode exposée dans cette Note sur celle que M. Lindstedt avait proposée, il y a longtemps déjà, pour un problème analogue, dans le tome XCVII des *Comptes rendus*. J'avais déjà, il y a quelques années, développé quelques-unes des considérations qui précèdent dans mon enseignement à la Sorbonne. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions analytiques d'une variable dépendant de deux constantes réelles arbitraires;* par M. ÉMILE PICARD.

« On a fondé autrefois les plus grandes espérances sur l'étude des équations différentielles ordinaires : on pensait ainsi obtenir de nombreuses classes bien définies de transcendantes nouvelles. Il faut reconnaître que, si on laisse de côté les équations linéaires, ces espérances ont été jusqu'ici à peu près déçues.

» Une des raisons pour lesquelles les équations linéaires sont si intéressantes est que les points critiques des intégrales sont fixes; aussi M. Fuchs a-t-il fort judicieusement appelé l'attention sur les équations différentielles du premier ordre, pour lesquelles les points critiques des intégrales ne dépendent pas de la constante arbitraire. On sait qne M. Poincaré a montré que ces équations ne pouvaient conduire à des transcendantes essentiellement nouvelles. Dans des travaux très remarquables, M. Painlevé a élargi notablement le problème en considérant les équations du premier ordre dont les intégrales n'ont qu'un nombre limité de valeurs autour de points critiques mobiles; ici encore les théorèmes auxquels arrive le savant géomètre montrent que l'on ne peut être ainsi conduit à de nouvelles fonctions.

» Si, pour les équations d'ordre supérieur au premier, nous considérons le cas des points critiques fixes, les conclusions sont autres. Malheureusement, comme je l'ai indiqué autrefois, une différence considérable se présente dès le début de la théorie. On peut, étant donnée une équation du premier ordre, reconnaître sur l'équation elle-même si les points critiques des intégrales sont fixes; il n'en est plus ainsi pour les équations du second ordre. Ainsi, pour ne prendre qu'un cas très simple, on ne peut reconnaître algébriquement si l'intégrale générale est uniforme, mais seulement si elle est à apparence uniforme. Les conditions pour que l'intégrale générale soit uniforme sont de nature transcendante; il est donc impossible, en général, de les former.

» Je me suis demandé si l'on ne pourrait obtenir des classes de fonctions analytiques d'un caractère plus général que celles qui sont fournies par les équations du premier ordre. Je crois y être arrivé en considérant

des fonctions analytiques d'une variable complexe dépendant de *deux constantes réelles,* qui ne soient pas susceptibles d'être regardées comme dépendant d'une seule constante *complexe*.

» En désignant par u et v deux fonctions réelles de deux variables réelles x et y, j'envisage les quatre équations

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial x} = f(u, v, x, y), \\ \dfrac{\partial u}{\partial y} = \varphi(u, v, x, y), \\ \dfrac{\partial v}{\partial x} = -\varphi(u, v, x, y), \\ \dfrac{\partial v}{\partial y} = f(u, v, x, y), \end{cases}$$

f et φ étant deux fonctions réelles de u, v, x et y.

» Tout d'abord ces quatre équations admettront un système (u, v) de solutions dépendant de *deux* constantes, si l'on a, entre f et φ, les deux relations

$$\left(\frac{\partial f}{\partial u} + \frac{\partial \varphi}{\partial v}\right)\varphi + \left(\frac{\partial f}{\partial v} - \frac{\partial \varphi}{\partial u}\right)f + \frac{\partial f}{\partial y} - \frac{\partial \varphi}{\partial x} = 0,$$
$$\left(\frac{\partial f}{\partial v} - \frac{\partial \varphi}{\partial u}\right)\varphi - \left(\frac{\partial f}{\partial u} + \frac{\partial \varphi}{\partial v}\right)f - \frac{\partial \varphi}{\partial y} - \frac{\partial f}{\partial x} = 0.$$

» Ces conditions étant remplies, les équations (1) définissent une famille de fonctions analytiques

$$u + iv = F(z, C_1, C_2)$$

de la variable $z = x + iy$, renfermant deux constantes réelles C_1 et C_2.

» Étant donné un système tel que (1), *on peut reconnaître si les intégrales ont leurs points critiques fixes, c'est-à-dire indépendants de* C_1 *et* C_2. J'ai formé de tels exemples, où f et φ sont des fonctions rationnelles. Il me paraît extrêmement probable que les intégrales de ces équations constituent un type nouveau de transcendantes.

» Il est clair que notre fonction F satisfait à une équation différentielle ordinaire du troisième ordre

$$\psi\left(z, F, \frac{dF}{dz}, \frac{d^2F}{dz^2}, \frac{d^3F}{dz^3}\right) = 0,$$

qu'il est facile de former au moyen d'éliminations; mais il n'y a rien à tirer,

en général, de la considération de cette équation pour l'étude de la fonction.

» Je me réserve de revenir sur le système (1), au sujet duquel on peut se proposer divers problèmes; j'ai seulement voulu indiquer aujourd'hui les raisons pour lesquelles son étude me semble intéressante. Je ferai cependant une dernière remarque relative aux points critiques des intégrales. Nous nous sommes particulièrement attaché aux cas où ces points critiques sont fixes. Il est un cas intermédiaire que l'on n'a pas rencontré dans la théorie des équations du premier ordre et qui peut ici se présenter : les points critiques peuvent être mobiles, mais seulement *le long d'une courbe déterminée du plan*. Cette circonstance curieuse ne semble pas dénuée d'intérêt. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les produits de la vie résiduelle des tissus, en particulier du tissu musculaire séparé de l'être vivant;* par MM. **Arm. Gautier** et **L. Landi.**

« IV. Séparé de l'être qui l'a produit, et mis à l'abri des microbes, chaque tissu, et particulièrement le tissu musculaire que nous avons surtout examiné, continue à vivre, à désassimiler, à sécréter même, vers 20°, une importante quantité d'une liqueur albumineuse qui ne préexistait pas dans les cellules du muscle et qui contient, comme on le verra, divers principes nouveaux formés dans la fibre contractile souvent longtemps après qu'elle a été retranchée de l'être vivant.

» Nous avons donné (p. 1052) le Tableau comparatif de la composition d'une même viande fraîche et conservée à diverses températures : il permet de se rendre compte de la variation de chaque principe immédiat. Il nous reste maintenant à tirer les déductions qui résultent de ces constatations expérimentales.

» *a. Acidité.* — La viande fraîche, refroidie aussitôt retranchée à l'animal, et laissée même plusieurs heures dans la glace, se conserve neutre ou très légèrement alcaline. Mais, comme on le sait, dès qu'elle se réchauffe, elle s'acidifie un peu et cela à l'abri de toute altération due aux ferments extérieurs. De neutre au début de nos expériences, elle est arrivée à saturer, par 100 grammes, $0^{gr},112$ de soude ($NaOH$) après avoir été conservée quatre-vingt-treize jours de + 2° à + 25°. Elle a saturé $0^{gr},527$ de soude après être restée onze jours à l'étuve à 38°-40°. L'acidité se

produit donc et augmente dans la viande à mesure que croît la température, sans dépasser les limites de celle qui est propre à l'animal. En fait, cette acidité, exprimée en soude, NaOH, ne dépasse pas sensiblement $0^{gr},5$ pour 100 de viande.

» On remarquera que cette acidification ne saurait être attribuée, comme on le fait d'ordinaire, à la production d'acide lactique. Nous n'avons pu trouver, en effet, dans 100^{gr} de viande conservée plus de $0^{gr},001$ d'acide lactique libre ou combiné. Il faut donc qu'il se forme, même à l'abri de l'air, même avec départ d'acide carbonique, des substances aptes à saturer les bases minérales ou organiques de la viande.

» Cette acidification du muscle est, d'après nos expériences, attribuable à trois causes. D'une part, il se fait une petite quantité d'acides gras volatils, butyrique et acétique, dont nous avons constaté la présence dans la viande conservée, et dont la production est corrélative surtout de la disparition d'une partie des substances solubles à la fois dans l'éther et dans l'eau (*lécithines*, *protagon*). On sait, en effet, que ces substances se dédoublent avec la plus grande facilité en névrine, acide phosphorique et glycérophosphorique et acides gras.

» D'autre part, sous l'influence de ses ferments propres, la viande subit un commencement de peptonisation de ses albuminoïdes; on sait que les peptones se rencontrent en petite quantité dans la viande conservée, et l'un de nous a montré que ces substances saturent une quantité d'alcali double au moins de celle que saturait le poids d'albuminoïde correspondant. L'acidité des peptones est d'ailleurs assez grande pour déplacer l'acide carbonique des carbonates terreux et s'emparer de leurs bases.

» Enfin nous verrons qu'il se fait un peu de nucléine dans la viande conservée et celle-ci est aussi acide.

» En somme, l'acidification de la viande conservée est due en partie à la formation de phosphate acide de potasse sous l'influence des acides gras qui se produisent, mais surtout à sa peptonisation partielle.

» *b. Eau.* — L'eau ne paraît pas varier dans la viande conservée. On pourrait même, d'après nos chiffres bruts, admettre qu'elle augmente légèrement (augment de $0^{gr},397$ en moyenne pour 100 de viande). Mais il faut remarquer qu'on a compté comme eau toutes les parties volatiles à 105°. Or nous verrons qu'il se fait un peu d'alcool, d'acides gras, quelques gaz, ce qui, avec les légères erreurs possibles, peut expliquer cette augmentation de 0°,397.

» Dans tous les cas, l'eau protoplasmique *ne disparaît pas* dans la viande

conservée, ce qui éloigne complètement le mode chimique de fonctionnement de ce tissu du type des modifications que lui impriment les ferments bactériens ou putréfactifs qui, on le sait, transportant l'eau sur les albuminoïdes, l'y fixent par hydratation en formant des amides, et séparant de l'acide carbonique, de l'ammoniaque, de l'hydrogène sulfuré. On verra que l'ammoniaque ne se produit pas en quantité sensible dans nos viandes, que l'acide carbonique dégagé est minime, qu'il ne s'y produit ni indol ni scatol, que l'hydrogène sulfuré est nul; enfin, qu'on n'y trouve pas d'urée.

» La désassimilation qui se passe dans les cellules du muscle, fonctionnant isolément et à l'abri de l'oxygène, n'est donc pas chimiquement comparable à la vie anaérobie des cellules bactériennes. Celle-ci procède par hydratation, l'autre par dédoublements, sans intervention sensible de l'eau et sous l'influence des ferments solubles que contient le tissu musculaire.

» c. *Matières albuminoïdes*. — Il faut considérer séparément : 1° les *albuminoïdes solubles*, 2° la *myoglobuline* ou *myosine insoluble*.

» Les *albuminoïdes solubles* ou *myoalbumines* de la viande fraîche s'élevaient à $3^{gr},453$ pour 100. Après quatre-vingt-treize jours de fermentation spontanée de $+2°$ à $+25°$, ils ont été réduits à $1^{gr},537$. Après trente-quatre jours de $+2°$ à $+40°$, ils sont tombés à $1^{gr},465$. La myoalbumine disparaît donc dans la proportion moyenne de 56 pour 100. Cette disparition est facile à expliquer. Nous savons, en effet, qu'une faible quantité d'albumine se peptonise, et nous allons voir, d'autre part, qu'une portion très sensible de la myoalbumine s'est changée en une substance protéique nouvelle.

» Nous avons dit que la viande abandonnée à elle-même excrète dès qu'on la laisse arriver à 15° ou 20°, et surtout de $+20°$ à $+35°$, une liqueur épaisse, qui n'y préexistait pas durant la vie, et qui ne tarde pas à se coaguler en déposant des flocons d'une matière que l'on peut séparer elle-même en deux parts : l'une est soluble dans les acides les plus faibles, les carbonates alcalins dilués, l'eau de chaux; sa solution dans le carbonate sodique étendu précipite par le sulfate de magnésie. Elle est insoluble dans les solutions de sel marin au dixième. Cette substance *présente en un mot tous les caractères de la caséine du lait*.

» A côté de cette matière spontanément précipitée du plasma exsudé, il en est une autre insoluble comme elle dans les solutions au dixième de chlorures alcalins, soluble dans les alcalis faibles et leurs carbonates un peu plus concentrés, mais insoluble dans les phosphates alcalins. Par digestion

elle laisse une notable proportion de nucléine. C'est une *nucléoalbumine*.

» Ainsi le muscle conservé à l'abri de l'air et de ses germes fabrique et excrète vers 20° deux substances qu'on n'a jamais rencontrées ou qu'à l'état de traces douteuses, du moins la première, dans le muscle frais, mais que l'on trouve dans le lait de mammifères, la *caséine* et la *nucléo-albumine*. La production de ces principes, $0^{gr},483$ pour 100 de viande, est abondante. Proportionnellement à leur formation il disparaît 33 pour 100 de myoalbumine.

» On sait que P. Bert et de Sinety ont démontré que la glande mammaire ne fabrique pas elle-même le sucre de lait, et que, après la parturition, les femelles privées de leurs mamelles continuent à produire ce sucre. Où se forme-t-il? Est-ce dans le sang, dans le foie, dans les muscles? N'est-il pas très remarquable de voir dans nos expériences d'autres matières caractéristiques du lait, les matières caséiniques, se produire dans le muscle qui n'en contenait pas, et se produire aux dépens de ses albuminoïdes solubles et sous l'influence des ferments propres à ce tissu? Ceux-ci augmenteraient-ils sous l'influence de la grossesse et de la lactation; la mamelle serait-elle le lieu de leur formation chez la femelle qui nourrit, et la caséine du lait aurait-elle, même dans ce cas, la myoalbumine pour origine?

» Les *myoglobulines*, auxquelles il faut joindre le *tissu collagène* de la viande, en forment la partie organique principale : $15^{gr},741$ pour 100 dans notre viande fraîche. Leur poids est resté, en moyenne, de $15^{gr},662$ après que cette viande a été conservée et réchauffée. Les albuminoïdes insolubles, peut-être en raison même de cette insolubilité qui les fait échapper plus facilement à l'action des ferments solubles, ne paraissent donc pas varier dans la viande; d'où il suit que les matières caséiniques proviennent bien des albuminoïdes solubles, qui disparaissent en effet proportionnellement.

» Si l'on fait la somme des matières albuminoïdes totales trouvées dans chacun des lots de viande fraîche et conservée, on arrive aux résultats centésimaux suivants :

	Viande fraîche.	Viande conservée de + 2° à + 25°.	Viande conservée de + 2° à + 40°.
Myoalbumine	3,453	1,537	1,465
Caséine et nucléoalbumine	0,000	0,248	0,483
Myoglobuline	15,741	15,779	15,545
Total	19,194	17,564	17,493

» En moyenne, il a donc disparu $1^{gr},666$ de matières albuminoïdes par 100^{gr} de viande fraîche, soit près de 9 pour 100. Ces substances se sont changées presque poids pour poids en corps basiques, ainsi que nous allons le montrer.

» *d. Leucomaïne de la viande fraîche ou conservée.* — Les corps basiques de toute sorte, avec des traces de peptones à légère tendance basique, enlevées par l'eau bouillante à la viande fraîche, pesaient $0^{gr},928$ pour 100. Dans la même chair musculaire conservée jusqu'à $+25°$, ces corps basiques se sont élevés à $1^{gr},989$, et dans celle restée 11 jours à 38°-40°, leur poids est arrivé à atteindre $2^{gr},546$ pour 100 de viande. Pour $1^{gr},666$ d'albuminoïdes disparus, il s'est donc formé en moyenne $1^{gr},34$ de substances basiques. On remarquera du reste que celles-ci se produisant aux dépens des albuminoïdes sans doute avec départ de CO^2, leur poids ne saurait être tout à fait égal à celui des albuminoïdes disparus.

» Le muscle conservé qui continue à vivre et à désassimiler à l'abri de l'air et des ferments bactériens *s'enrichit donc très notablement en alcaloïdes, et, comme on le verra, dans les alcaloïdes mêmes qui se forment durant la vie normale,* en même temps qu'il s'appauvrit proportionnellement en albuminoïdes. C'est là l'un des résultats les plus importants de notre travail, et quoique nous eussions toujours pensé que l'apparition et l'accroissement des leucomaïnes dans nos tissus fût une des conséquences nécessaires de la vie cellulaire autonome, de la vie sans air ou avec une quantité d'air insuffisante, la démonstration directe, expérimentale, de cette conception n'avait pas encore été donnée.

» Il suit de là que, si, durant la vie, les oxydations sont enrayées, si la circulation ou la respiration languissent, ces mêmes bases toxiques s'accumuleront dans nos tissus, comme dans nos expériences sur la viande conservée. On sait qu'en effet, la chair des animaux surmenés, fiévreux, etc., est malsaine et riche en leucomaïnes.

» La viande fraîche contenait $0^{gr},122$ de composés xanthiques; ces bases ont presque disparu dans la viande conservée. Il en est de même de la créatine dont nous n'avons trouvé que des traces et qui ne s'est pas changée en créatinine elle-même reconnue absente. Au contraire, les bases que ne précipite pas le chlorure mercurique étaient trois fois plus abondantes dans la viande conservée que dans la fraîche.

» Les leucomaïnes qui ont principalement augmenté de poids sont donc celles du *Groupe C* (p. 1137), à l'exclusion de la créatine. Les bases du *Groupe B* précipitables par le chlorure mercurique, mais non par l'acé-

tate de cuivre (névrine, choline, bases hydropyridiques et pyrroliques, etc.), augmentent aussi très sensiblement dans la viande conservée.

» Nous verrons plus loin quelle est l'action physiologique et toxique de ces divers alcaloïdes.

» *e. Matières gélatinisables; peptones; corps extractifs.* — Ces matières s'élevaient à $3^{gr},21$ pour 100 de viande fraîche. On sait que ce poids de viande donne généralement par coction 2^{gr} de gélatine et peptone. Tous les autres principes ayant été déterminés et caractérisés dans nos analyses, on voit qu'il ne reste plus que $1^{gr},2$ pour 100 attribuable aux matières inconnues. Encore parmi celles-ci se trouvent des acides hydropyridiques et glucoprotéiques qui sont, comme on sait par les études de M. Schützenberger, en relations étroites avec les acides carbopyrroliques et carbohydropyrroliques qui, en perdant CO^2, se changent eux-mêmes facilement en corps basiques.

» Nos analyses montrent que le groupe de ces corps n'a pas sensiblement varié de poids (3,17 dans la viande conservée, au lieu de 3,21). Cette invariabilité des collagènes peut être rapprochée de la non-variabilité de la myoglobuline insoluble comme elles.

» *f. Graisses et autres corps solubles dans l'éther.* — Voici un résultat inattendu: l'ensemble des graisses et des autres corps solubles dans l'éther, loin d'augmenter dans la viande qu'on garde à l'abri des germes et de l'air, diminue au contraire légèrement, et cela proportionnellement à l'augment de température. De $6^{gr},448$ pour 100 de viande fraîche, les graisses se sont réduites à $6^{gr},319$ dans la viande conservée à $+25°$, et à $6^{gr},110$ dans celle qui est restée onze jours à 38°-40°. Ces différences sont faibles il est vrai, mais ces nombres, faciles à contrôler, démontrent que les réactions qui se passent dans la viande à l'abri de l'air ne l'enrichissent certainement pas en graisses. Une faible portion des corps solubles dans l'éther disparaît même, et nous avons dit plus haut que les lécithines contribuent, en effet, en se dédoublant, à acidifier la viande.

» La désassimilation des matières protéiques dans l'économie, ou même leur destruction par fermentations bactériennes, donne des graisses et des acides gras. Il est remarquable de voir ces substances tendre plutôt à disparaître dans nos viandes, comme si, dans l'économie, la production des corps gras, aux dépens des albuminoïdes, avait besoin d'une petite quantité d'oxygène.

» Dans une prochaine Communication, nous examinerons comment varient dans les cellules du tissu musculaire, fonctionnant sans air, le glycogène, le sucre, les sels ammoniacaux et les gaz. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Effets produits sur de nombreux états morbides par des injections sous-cutanées d'un extrait liquide retiré des testicules* (¹); par M. **Brown-Séquard**.

« Aussitôt après mes premières publications, relatives à l'influence d'injections du liquide testiculaire, des médecins ont pensé qu'un liquide aussi puissant pourrait être utile dans un grand nombre de maladies. Je n'étais pas, quant à moi, sans espérer que, dans les cas où il existe de la faiblesse, on pourrait avec profit faire usage de ce mode de traitement. Ce qui a été obtenu a dépassé de beaucoup mes espérances et mes prévisions. C'est ce que je vais montrer par des faits relatifs à plusieurs terribles maladies, en commençant par la tuberculose pulmonaire.

» Avec l'assistance si dévouée, si généreuse de M. d'Arsonval, j'ai pu donner, à nombre de médecins des hôpitaux de Paris et de plusieurs autres villes, une quantité très considérable de liquide testiculaire (²), dont la puissance a été étudiée dans un grand nombre d'affections diverses. Je parlerai d'abord de ce qui a été obtenu, à l'égard de la phtisie tuberculeuse, par MM. Cornil à l'hôpital de la Charité, Dumontpallier et Variot à l'Hôtel-Dieu, et Lemoine à Lille.

» Les cas de tuberculose pulmonaire, observés et traités par des injections de liquide testiculaire, sous les yeux de ces médecins, ont donné les importants résultats généraux qui suivent : diminution presque immédiate des sueurs nocturnes, cessation de la fièvre, diminution notable ou cessation complète de la toux, retour de l'appétit et augmentation très notable des forces. Malheureusement, la plupart de ces malades se croyant guéris ont voulu sortir des hôpitaux et ont ainsi empêché la continuation du traitement. Ces preuves d'amélioration ont été notées, chez quatre malades du service de M. Cornil, par M. Hénocque, qui a recueilli avec le plus grand soin leur histoire; chez sept malades sur neuf du service de M. Lemoine, chez quatre malades de M. Variot, chez cinq de M. Dumontpallier.

» Nombre d'autres médecins, surtout en Russie, ont obtenu des résultats analogues; je me bornerai à en nommer un, M. Victoroff, de Moscou, auteur d'un ouvrage très remarquable sur les injections du liquide testiculaire.

» La seconde maladie dont je me propose de parler est l'ataxie locomotrice, causée, comme on le sait, par une sclérose d'une partie de la moelle épinière. D'après des publications russes, américaines et autres, d'après des lettres que j'ai reçues de méde-

---

(¹) Ce travail a été communiqué à l'Académie dans la séance du 30 mai.

(²) Nous en avons fourni assez pour qu'on pût faire plus de vingt mille injections.

cins étrangers et d'après des faits observés à Paris ou au Havre, il est évident qu'aucun mode de traitement de cette affection n'a donné, jusqu'ici, des résultats aussi favorables que celui des injections qui portent mon nom. Nombre de cas de guérison complète ou d'amélioration telle qu'il ne reste plus que fort peu de chose de la maladie sont venus à ma connaissance. Des faits d'une authenticité que personne ne peut mettre en doute ont été observés par le Dr Depoux, auquel nous devons l'un des meilleurs cas de guérison complète. L'individu qu'il a eu le bonheur de guérir était un prévôt d'armes, qui était arrivé à un tel état d'ataxie qu'il ne pouvait plus marcher. Les médecins du Val-de-Grâce qui le soignaient, le croyant incurable, l'ont fait réformer. Du 1er mai au 20 octobre 1890, le Dr Depoux lui a fait des injections de liquide testiculaire. Une amélioration notable s'est bientôt montrée et avant la fin d'octobre il a pu donner des leçons d'armes. Le 5 juin 1891, il a été montré à la Société de Biologie où le professeur Laveran, qui l'avait vu au Val-de-Grâce, a fait savoir dans quel état terrible il se trouvait lorsqu'il a été réformé. Aujourd'hui, il est capable de faire jusqu'à quinze ou vingt assauts d'armes par jour.

» Le Dr Depoux présentera bientôt à la Société de Biologie deux autres malades qui ont aussi été très gravement atteints d'ataxie et chez lesquels il y a déjà une amélioration des plus considérables.

» Un médecin anglais de quatre-vingt-trois ans, que j'ai adressé il y a cinq ou six semaines au Dr Depoux, pour une ataxie qui n'était pas très grave, s'est rapidement amélioré sous l'influence du traitement.

» Une lettre du Dr Gibert, du Havre, m'apprend qu'il a eu un succès considérable chez un ataxique très sérieusement atteint. Il en a été ainsi dans nombre de cas de MM. Brainerd, Ouspensky, Victoroff, Kosturin et d'autres médecins.

» Il ne faudrait pas conclure de l'extrême fréquence des bons effets des injections du liquide testiculaire contre l'ataxie que ce mode de traitement doit toujours réussir. Il est, malheureusement, presque certain qu'on m'a surtout fait connaître et qu'on a surtout publié les faits favorables, négligeant les insuccès. Je connais sept cas où le traitement n'a rien produit sur plus de trente-cinq cas où il a été employé.

» Je vais dire quelques mots maintenant d'une maladie au moins aussi terrible que celles dont j'ai parlé : il s'agit de la lèpre. Un médecin de mérite qui a été mon élève et qui a eu l'honneur d'être aussi l'élève de notre illustre confrère, M. Pasteur, le Dr Suzor a vu, dans cinq cas sous l'influence d'injections du liquide testiculaire, disparaître ou diminuer presque tous les symptômes de cette affreuse affection. J'ai eu la satisfaction, chez un lépreux soigné par le Dr Frémy à Nice, de voir aussi s'améliorer rapidement l'état de contracture ou de paralysie, ainsi que d'autres symptômes.

» Les belles recherches faites par le professeur Mairet, de Montpellier sur le traitement de certaines formes d'aliénation mentale, celles de MM. Victoroff, Zsikszay, Kosturin, Variot, Waterhouse, Loomis, Crivelli, Brainerd, Lemoine, et d'un nombre extrêmement considérable d'autres médecins, ont montré que les maladies les plus variées, purement fonctionnelles ou de cause organique, ont pu s'améliorer ou même guérir sous l'influence d'injections de liquide testiculaire.

» Comment s'expliquer, comment même comprendre en partie le mode d'action du liquide testiculaire lorsqu'il détermine des effets favorables

dans des cas si profondément variés que ceux des maladies si différentes qui ont été traitées par ce liquide? Je vais en donner quelques explications, dont l'une, qui est incontestablement vraie et semble bien démontrée, s'applique à tous les cas où il y a de la faiblesse, et dont l'autre, qui n'est jusqu'ici qu'une hypothèse, pourrait bien être cependant fort importante. Je vais d'abord parler de la première de ces explications et ne dirai qu'un mot de la seconde.

» L'influence tonifiante du liquide des glandes séminales est assurément bien établie. Il est donc tout simple que de la force soit donnée dans les cas d'injections de ce liquide, et pour exprimer cette notion par d'autres termes, il est tout naturel que la faiblesse soit combattue avec quelque efficacité par de telles injections. *A priori*, il aurait été imprudent de supposer et surtout d'affirmer que, quelles que soient les causes organiques ou fonctionnelles de la faiblesse, celle-ci pourrait être modifiée et diminuer ou disparaître sous l'influence de ces injections. Mais, à l'heure qu'il est, le témoignage donné par l'observation des cas les plus variés est unanime à établir que la faiblesse cesse ou diminue sous cette influence.

» Mais comment comprendre qu'en outre d'une augmentation de force il y ait disparition de symptômes autres qu'une simple faiblesse?

» L'explication paraît facile à donner. Si nous prenons, par exemple, les manifestations symptomatiques de la tuberculose pulmonaire, nous pouvons sans peine nous rendre compte de ce qui se passe. Tout le monde sait que les individus affaiblis par l'âge, par des maladies ou une perte de sang, peuvent avoir des soubresauts au moindre bruit soudain ou d'autres réactions réflexes sous l'influence de causes presque insignifiantes. J'ai établi par des faits nombreux, publiés il y a plus de trente-cinq ans, que la facilité de mise en jeu de la faculté réflexe est en raison inverse de la puissance des centres nerveux. Tout le monde admet maintenant l'exactitude de cette loi. Or, les symptômes de la tuberculose pulmonaire sont surtout des effets réflexes provenant de l'irritation des nerfs du viscère malade; il en est ainsi de la toux, des sueurs nocturnes, de la fièvre, des troubles gastro-intestinaux, etc. On peut donc comprendre aisément que si la force revient dans les centres nerveux des tuberculeux, les actions réflexes morbides symptomatiques de l'irritation pulmonaire disparaissent, bien que celle-ci persiste encore, jusqu'à ce qu'une meilleure nutrition, due à l'augmentation de puissance des centres nerveux, la fasse diminuer.

» Dans l'ataxie, dans la lèpre, dans le diabète, dans les paralysies et les contractures dues à des lésions organiques des centres nerveux, c'est l'aug-

mentation de puissance de ces centres et, par suite, la cessation des actes réflexes morbides et l'amélioration de la nutrition qui font disparaître l'état symptomatique, malgré la persistance des lésions organiques. On sait que Westphal a trouvé toutes les lésions médullaires de l'ataxie, chez un malade mort de pneumonie, après guérison de toutes les manifestations du tabès ataxique.

» C'est donc, je le répète, la puissance tonifiante spéciale du liquide testiculaire, qui fait de cet agent thérapeutique naturel un moyen si excellent dans tant d'affections diverses.

» La seconde explication n'étant jusqu'à présent qu'une simple supposition applicable seulement à certains cas, je me bornerai à dire qu'elle consiste à admettre que, soit directement, soit indirectement et par l'influence de la nutrition, des microbes, qui produisent les états morbides que l'on combat, sont tués ou modifiés d'une façon favorable.

» Je n'ai rien dit du liquide ovarique qui a été employé avec succès sur 46 vieilles femmes, par une dame américaine, madame Brown, médecin diplômée de Paris. Ce liquide agit comme le liquide testiculaire sur les deux sexes, mais avec moins de puissance.

» En terminant ce travail, il importe de dire que le liquide testiculaire doit être préparé par les médecins qui veulent s'en servir. A l'aide d'un des deux appareils, si ingénieux et si simples, que M. d'Arsonval a proposés pour la filtration ou la stérilisation des divers liquides organiques, tout médecin peut aisément obtenir un liquide absolument exempt de microbes. On est sûr alors de ce que l'on emploie et l'on peut aussi en faire usage dès les premiers jours de la préparation, période où il est plus puissant que plus tard.

» *Conclusions.* — 1° Chez les vieillards, dont les glandes spermatiques ont notablement perdu de leurs fonctions, des injections de liquide testiculaire peuvent fournir ce qui manque quant à la puissance des centres nerveux.

2° Dans toutes les maladies, la faiblesse peut être combattue avantageusement par des injections du liquide testiculaire. Les cas dans lesquels l'emploi de ce liquide a le plus d'efficacité sont ceux de tuberculose pulmonaire, d'ataxie locomotrice, de lèpre, d'anémie, de paralysie, etc. »

PHYSIQUE. — *Sur la densité des gaz liquéfiés et de leurs vapeurs saturées et sur les constantes du point critique de l'acide carbonique* [1]. Note de M. **E.-H. Amagat.**

« Il est intéressant de chercher comment les lieux des points, pour lesquels le rapport des volumes du liquide et de la vapeur est constant, dépendent de la courbe des densités et, en particulier, de l'inclinaison de son diamètre.

» Soit K le rapport des deux volumes coexistants au point A de la corde MN (voir le diagramme de la Note du 16 mai), on a, d'après ce qui a été dit,

$$(1)\qquad K = \frac{AN}{AM} \times \frac{SM}{SN} = \frac{W' - V}{V - W} \times \frac{W}{W'} = \frac{\left(\frac{1}{D} - V\right)\frac{1}{D}}{\left(V - \frac{1}{D'}\right)\frac{1}{D'}}.$$

W et W′ étant les deux volumes spécifiques et V le volume total, ordonnée du point A, on en tire

$$(2)\qquad V = \frac{K + 1}{KD + D'}.$$

C'est la relation qui a servi à tracer les lieux qui sont représentés par les courbes ponctuées. D'autre part, les ordonnées du diamètre de la courbe des densités sont les valeurs de $\frac{D + D'}{2}$; par suite, l'équation de ce diamètre est de la forme

$$(3)\qquad \frac{D + D'}{2} = -mt + b,$$

son coefficient angulaire étant négatif.

» La relation (2), en tenant compte de (3), peut s'écrire

$$(4)\qquad V = \frac{K + 1}{(K - 1)D - 2mt + b}.$$

Cette relation, qui convient à tous les lieux ponctués, devient pour K = 1

$$(5)\qquad V = \frac{1}{-mt + b}.$$

C'est l'équation d'une hyperbole, la branche qui nous intéresse est asym-

(1) Voir même Tome, p. 1093.

ptotique à l'axe de t, dans la partie correspondant au phénomène, elle tourne vers cet axe une convexité extrêmement faible; V augmentant, mais peu, avec t, elle diffère assez peu d'une droite verticale, car c'est ce qu'elle devient pour $m = 0$ et m est très petit.

» Sur le diagramme, ce n'est pas cette courbe qui a été construite, puisqu'on a porté sur les ordonnées non les températures, mais les pressions; même dans ces conditions, la courbe serait encore une hyperbole si les pressions étaient proportionnelles aux températures, ce qui n'a pas lieu, la courbe des tensions maxima n'étant pas une ligne droite.

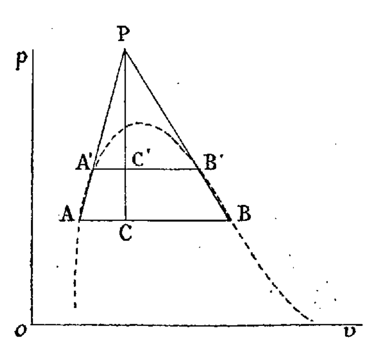
» Il est facile de voir de quelle façon la substitution des pressions aux températures, en ordonnées, va modifier la forme de l'hyperbole. Il résulte, en effet, du sens de la concavité de la courbe des tensions de vapeur, qu'on sera conduit à écrire en chaque point de l'ordonnée une pression correspondant à une température supérieure à celle qui y était primitivement écrite; par suite, la valeur de V se trouvera augmentée (puisque V croît avec t) et d'autant plus qu'on s'écartera davantage des extrémités P et C qui restent fixes; il résultera de là une diminution de la courbure de l'hyperbole qui pourra se trouver complètement détruite : on comprend donc que le lieu puisse devenir une ligne rigoureusement droite, ainsi que je l'ai trouvé.

» On pourra même se proposer, partant de là, de déterminer la forme de la fonction $p = \varphi(t)$, en exprimant que le changement de variable qui vient d'être fait transforme l'hyperbole en ligne droite; c'est un point que j'examinerai à part.

» Le lieu CP jouit, par rapport à la courbe de liquéfaction, ou mieux ici des volumes spécifiques, d'une propriété analogue à celle du diamètre de la courbe des densités; dans le cas actuel, en effet, $(k = 1)$ le volume spécifique moyen se confondant avec la moyenne des volumes spécifiques, les abscisses de CP sont les moyennes des deux volumes coexistants, comme les ordonnées du diamètre de la courbe des densités sont les moyennes des deux densités. On remarquera encore que, pour $m = 0$, CP deviendrait, qu'on prenne pour ordonnées les températures ou les pressions, une droite perpendiculaire à l'axe des volumes; dans ce cas particulier, d'un corps pour lequel le diamètre de la courbe des densités serait horizontal, cas qui, je crois, ne s'est pas encore présenté, les variations des deux densités avec la température seraient constamment égales, et l'égalité des volumes du liquide et de la vapeur entraînerait l'invariabilité du volume total.

» A propos des courbes dont je viens de parler, M. Raveau vient de signaler une assez curieuse propriété des tubes de Natterer, dont il donne la démonstration que voici :

» Quand on chauffe un tube de Natterer contenant une quantité suffisante de matière, on voit le niveau du liquide s'élever constamment; c'est un fait bien connu qui résulte en particulier de l'examen des courbes tracées par M. Amagat. Ces courbes, le long desquelles le rapport des volumes de vapeur et de liquide reste constant, sont toujours concaves vers l'axe de V; par suite, une parallèle à l'axe des P, correspondant au volume constant du tube de Natterer, ne coupe chacune d'elles qu'une fois; le rapport varie constamment dans le même sens, mais il n'en résulte pas que la quantité de liquide aille constamment en croissant quand on chauffe; en effet, considérons sur



deux isothermes AB et A'B' les points C et C' tels que le rapport de la masse du liquide à la masse de la vapeur ait une même valeur déterminée. La droite CC' va passer par le point P de concours des droites AA' et BB'; supposons en particulier que ce soit la parallèle à l'axe des P menée par le point P (ce qui est le cas de la figure); le rapport des masses, et par suite la masse du liquide, repasse deux fois par la même valeur en C et C'; dans l'intervalle, la masse du liquide *a donc passé par un minimum :* ainsi, grâce à la valeur élevée de la compressibilité de la vapeur saturée, il arrive qu'*une augmentation de la quantité de cette vapeur peut être accompagnée d'une diminution de volume.*

» D'autre part, ainsi que M. Vaschy me l'a fait remarquer : il résulte de la relation (2) que la valeur de V doit passer par un maximum qui correspond au minimum du dénominateur, c'est-à-dire qui a lieu pour

$$K.dD + dD' = 0,$$

soit pour

$$K = -\frac{\frac{dD'}{dt}}{\frac{dD}{dt}},$$

D et D' ne dépendant que de t; et cette relation paraissant toujours devoir être satisfaite, puisque précisément les deux dérivées sont de signes contraires, on se trouverait en présence d'un résultat en contradiction avec la forme des courbes ponctuées tracées qui ne paraissent point susceptibles d'avoir une tangente verticale.

» Il est facile de lever cette difficulté : Pour que le maximum puisse avoir lieu, il faut que le rapport des dérivées puisse devenir égal à K; si le diamètre de la courbe de densités était horizontal, le rapport en question, qui est celui des tangentes aux deux extrémités d'une même corde, serait toujours égal à l'unité; en réalité, à cause de la faible inclinaison du diamètre; il diffère toujours très peu de cette valeur : par suite, il ne pourra y avoir de maximum de V que pour des lieux extrêmement voisins de PC; on peut même voir facilement que ces lieux sont tous placés à droite de cette ligne, car il résulte du sens de l'inclinaison du diamètre qu'on a évidemment

$$\frac{dD'}{dt} < \frac{dD}{dt}, \qquad \text{et par suite} \qquad K < 1.$$

» Ces courbes, que je n'ai pas construites, sont vraisemblablement toutes placées entre CP et CP', car, pour cette dernière ligne, on a déjà $K = 0,8$. Pratiquement, ce sont donc des lignes très sensiblement droites.

» Toutefois, il est intéressant de voir si l'existence de ces lignes ne met pas en défaut la démonstration de M. Raveau, quant à ce qui est de la propriété indiquée par la seconde phrase soulignée (la première étant indépendante de ce fait), laquelle suppose que les courbes ponctuées ne présentent point de maximum de V.

» J'ai tracé le lieu des points P (figures ci-dessus), d'où les perpendiculaires sont abaissées; on voit alors facilement que chaque perpendiculaire ne rencontre, entre les cordes qui lui correspondent, que des courbes non susceptibles de maximum, par suite la démonstration de M. Raveau conserve sa valeur; elle ne s'applique, du reste, qu'au cas où le volume constant (pour un poids égal à l'unité) est inférieur au volume critique, car le lieu des points P, d'où sont abaissées les perpendiculaires, est tout entier à gauche du point auquel aboutissent les lieux ponctués (point critique).

» Dans son travail sur les fondements de la théorie cinétique des gaz (*Transact. Royal Soc. of Edinburg*, avril 1891), dont les vérifications numériques ont été faites avec les données du réseau que j'ai publié en 1891,

M. Tait a calculé les constantes du point critique au moyen de relations spécialement établies en vue de ces déterminations; il fixe la pression critique à 73^{atm}, la température critique un peu au-dessus de 31°, et il donne, pour limites des volumes critiques, deux nombres dont la moyenne conduit à une densité extrêmement peu différente du nombre auquel je viens d'arriver (j'ai donné, dans ma première Note : $P = 72^{\text{atm}},9$, $T = 31^{\circ},3$, $D = 0,464$); ces résultats du présent travail présentent donc, avec ceux qui se déduisent de mon dernier réseau d'isothermes, une concordance aussi parfaite qu'on peut le désirer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux modes de formation de certaines imides substituées.* Note de M. **A. Haller.**

« I. Action de l'isocyanate de phényle (phénylcarboimide) sur les acides phtalique et succinique.

» Quand on chauffe graduellement un mélange d'acide phtalique (1 molécule) et d'isocyanate de phényle (2 molécules), on constate qu'il se dégage de l'acide carbonique et que le tout entre en fusion vers 200°. Au moment où le dégagement cesse, on laisse refroidir et l'on épuise la masse avec de l'alcool bouillant. La solution abandonne par refroidissement de fines aiguilles soyeuses et blanches fondant à 209° et présentant la composition et les caractères de la phénylphtalimide.

» Une réaction semblable s'observe quand, au lieu d'acide phtalique, on emploie de l'acide succinique. On obtient dans ces conditions de la phénylsuccinimide cristallisée en petites aiguilles blanches, dont le point de fusion est situé vers 154°. Ce mode de formation des imides phénylées, dans les conditions des expériences citées, ne peut s'expliquer qu'en admettant la production préalable d'anhydride et de diphénylurée symétrique, cette dernière réagissant ensuite sur l'acide anhydre pour donner naissance à l'imide substituée, à de l'aniline et de l'acide carbonique. On sait en effet que le carbonile est très avide d'eau et qu'il se transforme facilement en acide carbonique et diphénylurée symétrique. On peut donc traduire ces réactions successives par les équations suivantes

$$(1)\quad R\left\langle\begin{matrix}COOH\\COOH\end{matrix}\right. + 2Az\left\langle\begin{matrix}CO\\C^6H^5\end{matrix}\right. = R\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle O + CO\left\langle\begin{matrix}AzHC^6H^5\\AzHC^6H^5\end{matrix}\right. + CO^2,$$

$$(2)\quad R\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle O + CO\left\langle\begin{matrix}AzHC^6H^5\\AzHC^6H^5\end{matrix}\right. = CO^2 + AzH^2C^6H^5 + R\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle AzC^6H^5 \quad \text{ou} \quad R\left\langle\begin{matrix}CO\\C\end{matrix}\right\rangle\!\!=AzC^6H$$

» II. *Action de la diphénylurée symétrique sur les anhydrides phtalique et succinique.* — Pour nous rendre compte si l'interprétation que nous venons de donner est exacte, nous avons chauffé en tube scellé, à une température de 150° et 160° environ, de la diphénylurée symétrique (1 molécule) avec 1 molécule d'anhydride phtalique ou succinique. A l'ouverture des tubes, on a constaté dans les deux cas un fort dégagement d'acide carbonique et la masse cristalline, épuisée avec de l'alcool bouillant, a donné respectivement de la phénylphtalimide et de la phénylsuccinimide. Les propriétés générales et l'analyse de ces deux corps ne laissent aucun doute sur leur identité avec les imides phénylées préparées en partant des anhydrides phtalique et succinique et de l'aniline.

» La réaction est quantitative et il ne se forme que des traces de produits secondaires.

» L'*orthoditolylurée symétrique* réagit de la même façon avec l'anhydride phtalique. On peut opérer en tube scellé ou en vase ouvert, mais on est obligé, pour que la réaction soit complète, de porter la température jusqu'à 200°.

» L'*orthotolylphtalimide* $C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C = AzC^6H^4CH^3 \\ \rangle O \\ CO \end{matrix}\right.$, ainsi obtenue, cristallise dans l'alcool bouillant en petits cristaux blancs, peu solubles dans l'alcool et l'éther froids. Ils fondent à 174° (M. Puitti donne 179° comme point de fusion).

» La facilité avec laquelle ces imides substituées prennent naissance nous a conduit à faire des essais pour préparer les amides tétrasubstituées en partant d'urées tétrasubstituées. La réaction devait se passer suivant l'équation

$$\begin{matrix} CO \\ CO \end{matrix}\rangle O + CO\left\langle\begin{matrix} Az(C^6H^5)^2 \\ Az(C^6H^5)^2 \end{matrix}\right. = R\left\langle\begin{matrix} COAz(C^6H^5)^2 \\ COAz(C^6H^5)^2 \end{matrix}\right., \quad \text{ou} \quad R\left\langle\begin{matrix} C = [Az(C^6H^5)^2]^2 \\ \rangle O \\ CO \end{matrix}\right. + CO^2.$$

» Dans ces conditions, il ne pouvait, en effet, plus se former d'imide substituée. Un mélange en proportions moléculaires de tétraphénylurée et d'anhydride phtalique fut donc chauffé successivement à 150°, 180°, 200° et même 350° sans qu'il y eût la moindre réaction. A l'ouverture des tubes, il ne se dégagea pas trace d'acide carbonique et le contenu, soumis à un traitement méthodique, fournit de l'anhydride phtalique et de la tétraphénylurée intacte.

» III. *Action du carbanile sur les phtalate acide et succinate acide de méthyle.* — *Le phtalate acide de méthyle* n'a pas encore été décrit. Il se pré-

pare facilement en faisant une solution d'anhydride phtalique dans l'alcool méthylique absolu, distillant l'excédent d'alcool et laissant refroidir le résidu. On obtient une masse cristallisée qu'on essore et qu'on purifie par cristallisation.

» Ce composé se présente sous la forme de paillettes blanches fusibles à 85° et solubles dans la plupart des dissolvants, sauf dans l'eau. Les bases alcalines le décomposent en alcool méthylique et en phtalates. La facilité avec laquelle cet éther s'obtient à l'état pur, la non moins grande facilité avec laquelle l'acide phtalique provenant de sa saponification peut être retransformé en anhydride, font qu'il est avantageux de partir du phtalate acide de méthyle pour préparer de l'alcool méthylique chimiquement pur. Un essai fait dans ce sens nous a, en effet, fourni un alcool aussi pur que celui qu'on obtient en partant de l'éther oxalique.

» *Le succinate acide de méthyle*, également inconnu, a été préparé de la même manière en dissolvant, jusqu'à saturation, de l'anhydride succinique dans de l'alcool méthylique anhydre du commerce, évaporant et faisant cristalliser. Il constitue des tables rectangulaires, transparentes, très solubles dans l'alcool et dans l'éther. Les bases alcalines le saponifient facilement.

» La phénylcarboimide réagit sur ces éthers comme sur les acides. Quand on chauffe en tubes scellés, à une température de 150°, molécules égales d'isocyanate de phényle et de phtalate acide de méthyle, on obtient de la phénylphtalimide en même temps que de l'acide carbonique et un produit visqueux.

» Si l'on opère dans les mêmes conditions avec du succinate acide de méthyle, il se produit de la phénylsuccinimide.

» Nous ne cherchons pas à interpréter pour le moment cette réaction; il est cependant probable qu'il se forme encore, d'une façon transitoire, de la diphénylurée et des anhydrides qui, grâce à la température élevée à laquelle on opère, se combinent avec élimination d'acide carbonique.

» Les recherches que nous venons d'exposer montrent :

» 1° Que la phénylcarboimide, grâce à la facilité avec laquelle elle se convertit en diphénylurée symétrique, est un agent déshydratant et qu'elle peut servir comme tel dans certains cas;

» 2° Que les urées disubstituées symétriques forment facilement avec les anhydrides des acides dicarboxylés, des imides substituées.

» Nous nous proposons d'utiliser les propriétés déshydratantes de l'isocyanate de phényle pour tenter la préparation des lactones α et β, et de certains éthers.

» Nous avons d'autre part aussi l'intention de faire réagir les urées substituées sur d'autres anhydrides, sur des lactones, des éthers composés, des quinones et des cétones. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de M. *Kronecker*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 33,

M. Sophus Lie obtient.	30 suffrages.
M. Cremona obtient.	2 »
M. Schwartz.	1 »

M. **Sophus Lie**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

RAPPORTS.

PHYSIOLOGIE. — *Rapports de la Commission chargée de l'examen du calculateur* Inaudi.

(Commissaires : MM. Tisserand, Charcot, Darboux, Poincaré.)

Rapport de M. Charcot.

« La Commission, que l'Académie a chargée d'examiner les procédés que M. Inaudi met en usage dans ses opérations de calcul, s'est proposée comme but de réunir sur cet intéressant calculateur un ensemble d'observations et d'expériences qui puissent servir ultérieurement de document à ceux qui écriront l'histoire naturelle des calculateurs prodiges.

» Jacques Inaudi est né à Onorato (Piémont) en 1867; il passa ses premières années à garder les moutons; c'est vers l'âge de six ans qu'il montra pour la première fois cette passion des chiffres qui, depuis, ne s'est jamais démentie. La plupart des enfants précoces qui commencent à calculer dès leurs premières années, avant d'avoir appris à lire et à écrire,

se servent d'une numération matérielle : ils comptent sur leurs doigts ou avec des cailloux. Le jeune Inaudi ne se représentait pas de cette manière les nombres qu'il combinait dans sa tête; il se servait uniquement des noms de nombres que son frère lui avait appris, en les récitant devant lui. Cette circonstance curieuse a peut-être exercé sur les procédés de calcul de M. Inaudi une influence que nous indiquerons plus loin. Le jeune pâtre, grâce à ses aptitudes prodigieuses, fit de rapides progrès. Il quitta bientôt son pays pour suivre ses parents dans leurs courses à travers la Provence; il quêtait dans les rues et faisait danser une marmotte; désirant augmenter ses petits bénéfices, il offrait aux personnes qu'il rencontrait de résoudre mentalement quelques problèmes, et il se montra dans plusieurs établissements publics.

» En 1880, âgé de douze ans, il vint à Paris et fut présenté à la Société d'Anthropologie par Broca, qui, après avoir analysé ses procédés de calcul, ajouta : « Il ne sait ni lire, ni écrire; il a les chiffres dans la tête, mais » ne les écrit pas. » Depuis lors, sous l'influence d'un exercice continuel, il a agrandi la sphère de ses opérations; à vingt ans, il a appris à lire et à écrire; quoique son instruction tardive soit restée rudimentaire sur un très grand nombre de points, il a l'intelligence ouverte et l'esprit vif; son caractère est doux et modeste.

» C'est aujourd'hui un jeune homme de vingt-quatre ans, il est petit ($1^m,52$), d'aspect robuste, normalement conformé; le crâne, nettement plagiocéphale, présente, en avant, une légère saillie de la bosse frontale droite, et en arrière, une saillie de la bosse pariétale gauche; à la partie postérieure de la suture interpariétale, on perçoit au toucher une crête longitudinale, de $0^m,02$, formée par le pariétal droit relevé; les oreilles sont symétriques, détachées de la tête en entonnoir; la face est légèrement asymétrique, le côté droit plus petit que le gauche; l'angle facial est presque droit (89°); les autres mensurations cranio-faciales n'indiquent aucune anomalie remarquable. L'examen méthodique de la vue et de l'ouie n'a révélé dans ces organes ni altération ni hyperacuité.

» La Commission s'est attachée tout particulièrement à mettre en lumière les aptitudes psychologiques qui permettent à M. Inaudi de résoudre des problèmes complexes par une opération purement mentale, c'est-à-dire sans le secours de la lecture et de l'écriture. Il est incontestable que la mémoire doit remplir, dans ces circonstances, le rôle principal; sans constituer à proprement parler la faculté du calcul, elle est nécessaire pour retenir les données du problème et ses solutions partielles, jusqu'au

moment où la solution définitive est trouvée. Il a donc paru à la Commission que son premier soin devait être d'étudier l'état de la mémoire chez M. Inaudi.

» Les recherches anatomo-cliniques de ces dernières années ont contribué à démontrer que la faculté de l'esprit désigné vulgairement sous le nom de *mémoire* n'est qu'un complexus, un ensemble. Il n'y a en dernière analyse que des mémoires partielles, spéciales ou, comme on dit encore, locales, jouissant d'une indépendance réciproque relative, et si, dans les conditions qu'on peut appeler *normales*, le développement respectif des diverses formes de mémoire marche en quelque sorte de pair, il était à prévoir que dans certaines conditions anormales, l'une d'elles pourrait s'affaiblir ou, au contraire, se développer à l'excès sans qu'il y ait nécessairement participation des autres. Cela est ainsi dans la réalité des choses, et il n'est pas absolument exceptionnel, par exemple, que l'activité de l'une des mémoires acquière isolément des proportions considérables, et atteigne même parfois un degré tellement au-dessus de la commune mesure qu'elle excite l'étonnement et l'admiration.

» Dans la catégorie de ces mémoires partielles extraordinaires, l'hypermnésie des chiffres et des nombres occupe en quelque sorte le premier plan; c'est elle, pour le moins, qui, peut-être en raison des conditions d'appréciation en apparence simple où elle se présente, attire le plus l'attention des observateurs. M. Inaudi en fournit un exemple remarquable.

» L'ensemble des interrogations et des expériences auxquelles on l'a soumis a bien montré que, chez lui, la mémoire des couleurs, des formes, des événements, des lieux, des airs musicaux, etc., ne dépasse pas la moyenne normale, et reste même inférieure à la moyenne; il est incapable de se représenter les pièces et les cases d'un échiquier, et s'étonne quand on lui parle de joueurs qui peuvent engager de tête une partie; il ne paraît présenter aucune aptitude exceptionnelle, en dehors des chiffres et des nombres, pour lesquels il montre une mémoire si remarquable. Il rêve souvent de chiffres, de nombres et de calculs, et résout quelquefois ainsi des problèmes dont il n'a pas trouvé la solution pendant le jour : ce sont les seuls rêves dont il garde, au réveil, un souvenir distinct, tandis que les rêves qui portent sur les événements ordinaires de la vie ne laissent après eux qu'une impression peu durable.

» Il est utile, pour apprécier exactement l'étendue de la mémoire des chiffres chez M. Inaudi, de la comparer à une autre mémoire, celle des lettres et des mots. Sollicité de répéter un certain nombre de lettres ou de

mots qu'on vient de prononcer devant lui, Inaudi se montre incapable d'en reproduire plus de cinq ou six; de même, il n'arrive pas à se rappeler, après une première audition, deux lignes de prose ou de poésie. Au contraire, il peut, sans fatigue, sans hésitation, et avec une précision absolue, répéter de longues séries de chiffres, variant, par exemple, de 25 à 30, dont il n'a entendu qu'une seule fois l'énoncé. Il reproduit à volonté la série, soit dans l'ordre où elle a été dite, soit dans l'ordre inverse, et il peut même, si on le lui demande, conserver le souvenir des chiffres pendant plusieurs semaines. A la fin d'une séance, pendant laquelle on lui avait proposé de nombreux problèmes, M. Inaudi a pu répéter, sans erreur, tous les chiffres et dans l'ordre où les problèmes ont été posés; le nombre de ces chiffres s'élevait à *deux cent trente-deux;* dans une autre réunion, il a pu en répéter quatre cents.

» L'étendue, la précision et la souplesse de cette mémoire spéciale des chiffres ont donné lieu à une foule d'expériences, trop longues à rapporter en détail, qui ont bien démontré qu'au point de vue de la mémoire Inaudi ne le cède à aucun des calculateurs prodiges qui l'ont précédé. Un seul exemple suffira pour en donner une idée. Cauchy expose, dans son intéressant Rapport, l'expérience suivante à laquelle les Commissaires avaient soumis le calculateur Mondeux : Apprendre un nombre de vingt-quatre chiffres partagé en quatre tranches, de manière à pouvoir énoncer à volonté les six chiffres renfermés dans chacune d'elles. Pour arriver à ce résultat, Mondeux mit cinq minutes. Or Inaudi a appris un nombre de vingt-quatre chiffres, divisé en tranches analogues, il a répété la deuxième et la troisième tranche, puis la première tranche à rebours, et enfin le nombre entier en commençant par le dernier chiffre, le tout en cinquante-neuf secondes.

» Une autre question, relative aussi à la mémoire des chiffres, a ensuite sollicité l'attention de la Commission; il s'agissait de savoir quelle est la nature des images mnémoniques que M. Inaudi emploie pour se représenter les nombres de ses opérations. La recherche de ce procédé psychologique a permis de faire une observation importante qui doit modifier, ce nous semble, les idées courantes sur les procédés des calculateurs prodiges.

» Si l'on consulte, en effet, les quelques études biographiques qui ont paru jusqu'à ce jour sur les calculateurs les plus célèbres et que l'on trouve consignées dans un récent article de M. Scripture [*Arithmetical prodigies* (*Americ. Journ. of Psych.*, april 1891)], on constate que ces calcu-

lateurs, d'après leur témoignage, emploient, comme base principale de leurs opérations mentales, la mémoire visuelle. Au moment où l'on énonce devant eux les données du problème, ils se donnent la vision intérieure des nombres énoncés, et ces nombres, pendant tout le temps nécessaire à l'opération, restent devant leur imagination comme s'ils étaient écrits sur un tableau fictif placé devant leurs yeux. Ce procédé de *visualisation* était celui de Mondeux, de Colburn, de tous ceux, en un mot, qui ont eu l'occasion de s'expliquer clairement.

» A ce sujet, Bidder, un autre calculateur émérite, a même écrit dans ses Mémoires qu'il ne comprendrait pas la possibilité du calcul mental sans cette faculté de se représenter les chiffres comme si on les voyait. Il paraît résulter, d'ailleurs, des recherches de M. Galton, que beaucoup de calculateurs opèrent sur des images visuelles dans lesquelles les chiffres, parfois, sont écrits sur des lignes ou groupés dans des cases dont la forme varie avec les individus (*Number forms*).

» L'étude des procédés de M. Inaudi montre qu'on ne saurait tirer des faits précédents une conclusion générale. Bien qu'il puisse paraître rationnel d'admettre que le moyen le plus simple, pour un calculateur, de remplacer le tableau noir et le chiffre écrit qu'il ne voit pas, c'est de se donner une représentation visuelle du tableau et du chiffre, on doit reconnaître la possibilité d'arriver au même résultat par des procédés d'une nature absolument différente. Inaudi ne fait pas appel à la vision mentale, mais bien à l'audition mentale. Son témoignage, l'attitude qu'il prend pendant qu'il calcule et différentes épreuves auxquelles on l'a soumis ne laissent aucun doute à cet égard. Interrogé par la Commission sur ses impressions subjectives, il répond sans hésiter : « J'entends les nombres, et c'est » l'oreille qui les retient. Pendant que j'essaye de les reproduire de mé» moire, je les entends résonner en moi, avec le timbre de ma propre voix, » et je continuerai à les entendre pendant une bonne partie de la journée. » Dans une heure, dans deux heures, si je veux penser au nombre qui » vient d'être énoncé, je pourrai le répéter aussi exactement que je viens » de le faire. »

Quelque temps après, la Commission revient sur cette question importante et Inaudi développe sa première assertion avec beaucoup de clarté et d'intelligence. « Je ne vois pas les chiffres, dit-il, je dirai même que j'ai » beaucoup plus de difficulté à me rappeler les nombres et les chiffres lors» qu'ils me sont communiqués par écrit que lorsqu'ils me sont communi» qués par la parole. Je me sens fort gêné dans le premier cas. Je n'aime

» pas non plus écrire moi-même les chiffres; les écrire ne me servirait pas » à les rappeler; j'aime beaucoup mieux les entendre. » A une autre occasion, Inaudi fait la remarque suivante, utile à retenir : n'ayant appris à lire et à écrire que depuis quatre ans, il n'aurait pas pu, avant cette époque, se représenter le chiffre écrit, puisqu'il ne le connaissait pas. La Commission a pu, à plusieurs reprises, vérifier l'exactitude de ces assertions. Il est certain que Inaudi calcule avec plus de facilité lorsqu'on lui communique les données du problème par la parole que dans le cas où on place la donnée écrite sous ses yeux; la vue des chiffres écrits l'embarrasse, et alors, revenant à ses procédés naturels, il récite lui-même, à voix haute ou à voix basse, les nombres qu'il doit retenir dans sa mémoire. On doit remarquer aussi que, quand on énonce devant lui une série de chiffres, il lui est nécessaire de les articuler à haute voix pour les fixer et les conserver dans sa mémoire, et pendant qu'il opère cette fixation, comme pendant qu'il calcule, on l'entend chuchoter avec une très grande rapidité des noms de chiffres. L'articulation des nombres fait partie intégrante de ses procédés de calcul, si bien que tout artifice d'expérience qui entrave ce mouvement d'articulation ralentit le calcul ou le rend moins exact.

» Une expérience directe, dont le résultat ne manque pas d'intérêt, a pu servir à contrôler le témoignage du sujet sur ces questions délicates.

» Après avoir disposé sur une feuille de papier, en échiquier, cinq nombres de cinq chiffres chacun, on montre cet échiquier à M. Inaudi et on lui demande de l'apprendre. Il le fait suivant sa méthode habituelle, c'est-à-dire en lisant les nombres à haute voix. Puis on le prie d'énoncer de mémoire soit la diagonale, soit telle ou telle tranche verticale ou horizontale de l'échiquier. Il y parvient, non sans difficulté, après bien des hésitations. Si Inaudi appartenait à la catégorie des visuels, il n'aurait pas besoin de ces tâtonnements, et lirait la réponse devant lui sans hésitation, comme sur un tableau fictif.

» La conclusion à retenir, c'est que Inaudi, à la différence de la plupart des calculateurs qui l'ont précédé n'emploie pas la mémoire visuelle dans ses opérations mentales; il fait appel concurremment aux images auditives et aux images motrices d'articulation. Quel est celui de ces deux éléments qui prédomine? Est-ce l'élément moteur ou l'élément sensitif? L'absence d'un procédé expérimental permettant de les isoler l'un de l'autre empêche de fixer la part respective de chacun d'eux. Il paraît cependant très vraisemblable que l'articulation des chiffres n'intervient que pour renforcer les phénomènes d'audition intérieure, qui sont nécessaire-

ment les premiers en date. C'est là, du reste, l'opinion de M. Inaudi lui-même.

» La Commission, après avoir constaté chez M. Inaudi les caractères de précocité et d'impulsion au calcul qu'on rencontre dans l'histoire des calculateurs prodiges, s'est demandé sous l'influence de quelles conditions anthropologiques ce jeune calculateur s'est développé. On sait que dans certains cas où des individus ont paru doués de très bonne heure d'aptitudes remarquables, on a pu trouver dans d'autres membres de leur famille soit des aptitudes analogues (comme par exemple dans les familles célèbres de musiciens), soit des phénomènes d'hérédité névropathique. L'enquête que la Commission a ouverte sur ces questions importantes n'a malheureusement donné que des résultats en grande partie négatifs. L'hérédité, quoique interrogée avec soin, n'a révélé que quelques bizarreries et incoordinations de caractère chez l'ascendant paternel; il ne paraît pas que les frères de M. Inaudi ou d'autres personnes de sa famille aient jamais présenté d'aptitudes spéciales en aucun genre. Les antécédents personnels du sujet n'ont aucun intérêt, et l'examen anthropologique auquel on l'a soumis n'a mis en lumière, comme on l'a vu, que des stigmates peu nombreux et peu importants. La Commission émet le vœu que l'attention des observateurs soit éveillée à l'avenir sur ces questions, et qu'on recueille avec grand soin toutes les conditions de famille susceptibles d'éclairer un développement aussi considérable et aussi anormal de certaines facultés psychiques. »

Rapport de M. **Darboux.**

« Au Rapport si intéressant que l'Académie vient d'entendre, la Commission a cru devoir ajouter quelques détails sur la manière dont Inaudi exécute les opérations arithmétiques qui lui sont demandées, et elle m'a confié cette partie du Rapport. La tâche m'est rendue facile par les innombrables expériences auxquelles Inaudi a bien voulu se prêter. Il s'est tenu à notre disposition et à celle de tous les savants sérieux; et les renseignements que nous avons obtenus sont aussi complets que nous pouvions le désirer. Le résultat de notre examen nous paraît mériter d'être communiqué à l'Académie; mais, pour apporter quelque clarté dans notre exposé, il nous paraît indispensable de séparer, dans Inaudi, le calculateur qui effectue des opérations arithmétiques élémentaires et l'homme qui résout, d'une manière plus ou moins complète, les problèmes de Mathématiques

dont la solution lui est demandée. Je parlerai d'abord du calculateur.

» Répétons-le tout d'abord, les résultats véritablement extraordinaires dont nous avons été témoins reposent avant tout sur une mémoire prodigieuse. A la fin d'une séance donnée aux élèves de nos lycées, Inaudi a répété une série de nombres comprenant plus de 400 chiffres, et, s'il y a eu une ou deux hésitations, Inaudi n'a eu besoin de personne (il a même prié qu'on ne l'aidât pas) pour rectifier les erreurs minimes qu'il commettait, ou pour retrouver des chiffres un peu oubliés. Dans une de nos réunions nous avons donné à Inaudi un nombre de 22 chiffres. Huit jours après, il pouvait nous le répéter, bien que nous ne l'eussions pas prévenu que nous le lui demanderions de nouveau. Il est inutile d'insister sur les faits de ce genre; nous ferons toutefois remarquer que la mémoire d'Inaudi s'est beaucoup accrue par l'exercice. Il y a quelques années à peine, à Lyon, il se contentait de multiplier des nombres de 3 chiffres. Actuellement, il peut effectuer des multiplications dont chacun des facteurs a au moins 6 chiffres. Ces opérations se font d'abord avec une rapidité extraordinaire et Inaudi a mis certainement moins de dix secondes à effectuer le cube de 27.

» Un second point, qui nous paraît des plus intéressants, a été laissé de côté par la plupart des personnes qui l'ont examiné. On a analysé avec soin les procédés, à coup sûr très simples, qu'emploie Inaudi pour exécuter les différentes opérations, mais on n'a pas assez remarqué un fait qui est de toute évidence : c'est que ces procédés ont été imaginés par le calculateur lui-même qu'*ils sont tout à fait originaux*. Ainsi, tandis que Mondeux et bien d'autres prodiges avaient été instruits par des hommes qui leur communiquaient les méthodes usuelles, Inaudi, n'ayant jamais eu de maître, a certainement imaginé les règles qu'il applique à chacune des opérations. Et ce qu'il y a d'intéressant, c'est que ces règles diffèrent de celles qui sont enseignées partout en Europe dans les écoles primaires, tandis que quelques-unes se rapprochent à certains égards de celles qui sont suivies chez d'autres peuples, chez les Hindous par exemple. C'est ce que mettra en évidence l'exposé suivant :

» *Addition.* — Inaudi ajoute facilement 6 nombres de 4 à 5 chiffres; mais il procède successivement, ajoutant les deux premiers, puis la somme au suivant, et ainsi de suite. Il commence toujours l'addition par la gauche, *comme le font aujourd'hui les Hindous*, au lieu de la commencer par la droite, comme nous.

» *Soustraction.* — C'est un des triomphes d'Inaudi. Il soustrait facilement l'un de l'autre deux nombres d'une vingtaine de chiffres, *en commençant encore par la gauche.*

» *Multiplication.* — Les procédés suivis sont tout élémentaires, mais ils exigent la mémoire d'Inaudi. Par exemple, pour multiplier 834×36, il fait les décompositions suivantes :

$$\left.\begin{array}{r} 800 \times 30 = 24\,000 \\ 800 \times 6 = 4\,800 \\ 30 \times 36 = 1\,080 \\ 4 \times 36 = 144 \end{array}\right\} \text{Total : } 30\,024.$$

» Dans toutes ces multiplications partielles, un des facteurs n'a jamais qu'un chiffre significatif. Cependant Inaudi connaît et emploie la propriété du facteur 25; il sait que, pour multiplier par ce nombre, il suffit de prendre le quart du centuple. Par exemple, pour le carré de 27, il fera la décomposition suivante :

$$\left.\begin{array}{r} 25 \times 27 = 675 \\ 2 \times 27 = 54 \end{array}\right\} \text{Total.... } \quad 729$$

» Quelquefois il emploie des produits partiels affectés du signe —. Par exemple, pour le cube de 27, c'est-à-dire le produit de 729 par 27, il effectuera la décomposition

$$\left.\begin{array}{r} 700 \times 20 \\ 700 \times 7 \\ 30 \times 20 \\ 30 \times 7 \end{array}\right\} \quad \begin{array}{lr} \text{ou} \quad 730 \times 27 = & 19\,710 \\ \qquad\qquad -27 & 27 \\ \hline \text{Résultat......} & 19\,683 \end{array}$$

» *Division.* — Ici Inaudi suit au fond la règle ordinaire, qui ramène la division à une soustraction, mais en employant quelquefois les simplifications que lui permet sa mémoire, à laquelle il faut toujours revenir.

» *Élévation aux puissances.* — Pour l'élévation aux carrés, Inaudi connaît et applique la règle relative au carré d'une somme. Par exemple, pour le carré de 234 567 il emploie la décomposition

$$\overline{234\,000}^2 + 2 \times 234\,000 \times 567 + \overline{567}^2.$$

» *Extraction des racines.* — Ici aucune règle n'est suivie; il n'y a que de simples tâtonnements. Par exemple, pour trouver une racine qui est 14672, Inaudi aura essayé 14000 et 15000, puis 14500, puis 14600, puis 14650, 14660, 14670, ..., et, chaque fois, la puissance du nombre essayé aura été retranchée du nombre donné.

» Pour les racines d'ordre supérieur, il est clair que l'opération est d'autant plus facile que l'indice de la racine est plus élevé. C'est ce que ne comprennent pas toujours les personnes qui s'émerveillent de l'extraction d'une racine cinquième.

» Il nous reste à dire quelques mots des problèmes qu'Inaudi, de lui-même, a commencé à résoudre dans ces dernières années. Nous ne parlons pas ici des questions qui se ramènent d'une manière évidente à une suite de calculs. Inaudi, par exemple, a su évaluer avec rapidité le nombre total des grains de blé que, dit-on, l'inventeur du jeu des échecs réclamait comme récompense; il lui a suffi de calculer et d'ajouter successivement les nombres de grains qui devraient être placés sur chacune des cases de l'échiquier. Mais il a pu résoudre quelquefois des questions d'Arithmétique et d'Algèbre plus difficiles, dont la solution était fournie par des nombres entiers. Il trouverait rapidement les racines entières de certaines équations algébriques; mais, quand nous lui avons proposé des problèmes qui conduisent à des équations du premier degré, nous avons vu que ses procédés sont de simples tâtonnements et qu'il commence par supposer entières les solutions cherchées. Il ne peut guère en être autrement. On ne peut lui demander de retrouver tout seul l'Algèbre et les Mathématiques tout entières. Mais nous avons reconnu qu'il est intelligent et qu'il a l'esprit très ouvert. Si nous remarquons aussi que la mémoire dont il est doué s'est rencontrée chez plusieurs mathématiciens célèbres, nous devons regretter que, dans l'âge où il pouvait étudier, il n'ait pas reçu les leçons d'un maître intelligent et habile. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. Gaube adresse un Mémoire ayant pour titre : « Du sol animal ».

(Commissaires : MM. Schützenberger, Gautier.)

M. Ferret soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur l'Étio-

logie, la prophylaxie et le traitement médical de la cataracte corticale commune, dite *Cataracte spontanée ou sénile*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance : un Ouvrage de M. *Richard Ewald* ayant pour titre : « Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus octavus ». (Renvoi au concours de Physiologie de la fondation Montyon.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la stabilité du mouvement dans un cas particulier du problème des trois corps*. Note de M. **Coculesco**, présentée par M. Poincaré.

« Le cas particulier du problème des trois corps, dont je me propose de démontrer la stabilité du mouvement, est le suivant :

» Dans une étoile double formée de deux masses égales A et B les orbites sont circulaires. Un troisième point C, dont la masse est infiniment petite, se meut dans le plan de ces orbites, de manière qu'à l'origine il se trouve sur le prolongement de AB à une distance de A égale à la moitié de BA et qu'en quittant cette position il décrirait une orbite circulaire autour de A si B n'existait pas. A l'origine tous les mouvements se font dans le même sens.

» C'est le problème qui fait l'objet de l'intéressant Mémoire de M. de Haerdtl [1]. Dans son Mémoire, M. de Haerdtl étudie le mouvement de C autour de A pendant deux révolutions complètes de B. Il arrive que vers la fin de la troisième révolution le mobile tend à s'éloigner du centre d'attraction A. Le mobile continuera-t-il à s'éloigner indéfiniment ?

» La réponse est négative. C'est ce que je vais tâcher de démontrer dans le présente Note.

---

(1) *Skizzen zu einem speciellen Fall des Problems der drei Körper*. Munich, 1890.

» Prenons, pour cela, un système d'axes mobiles ainsi défini, l'axe AB pour axe des x, et le point A pour origine. Les équations du mouvement du point C seront les suivantes

$$(1)\qquad \begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = x', & \dfrac{dx'}{dt} - y' - \dfrac{x+1}{4} + \dfrac{x}{r^3} + \dfrac{x+2}{\rho^3} = 0, \\ \dfrac{dy}{dt} = y', & \dfrac{dy'}{dt} + x' - \dfrac{y}{4} + \dfrac{y}{r^3} + \dfrac{y}{\rho^3} = 0, \end{cases}$$

qui admettent l'intégrale

$$(2)\qquad x'^2 + y'^2 = \frac{1}{4} r^2 + \frac{2}{r} + \frac{2}{\rho} + \frac{1}{2} x - h,$$

où $h = -\frac{19}{6} = -3{,}1666$.

» Considérons maintenant la courbe

$$(3)\qquad r^2 + \frac{8}{r} + \frac{8}{\rho} + 2x = h_1 \qquad \left(h_1 = \frac{38}{3}\right),$$

lieu des points de vitesse nulle.

» Écrivons-la sous la forme

$$(3')\qquad x^2 + y^2 + \frac{8}{\sqrt{x^2+y^2}} + \frac{8}{\sqrt{(x+2)^2+y^2}} + 2x = h_1,$$

ou bien en y faisant les substitutions $\begin{matrix} x = -r\cos\varphi \\ y = -r\sin\varphi \end{matrix}$ sous la forme suivante :

$$(3'')\qquad r^2 + \frac{8}{r} + \frac{8}{\sqrt{r^2 - 4r\cos\varphi + 4}} - 2r\cos\varphi = h_1.$$

» Cette courbe sépare le plan du mouvement en deux régions pour lesquelles $\frac{ds^2}{dt^2}$ a des signes contraires. Sans avoir besoin de la construire, il n'est pas difficile de voir *a priori* qu'elle sera fermée. C'est en effet une courbe algébrique, symétrique par rapport à l'axe des x, coupant cet axe en deux points (les seuls qui nous intéressent), l'un situé entre -3 et -4 correspondant à la seule racine négative de l'équation

$$r^2 + \frac{8}{r} + \frac{8}{r-2} - 2r - \frac{38}{3} = 0,$$

ou bien

$$(4)\qquad 3r^4 - 12r^3 - 26r^2 + 124r - 48 = 0,$$

et l'autre point entre 0 et $+1$. De plus, la courbe n'a pas des points à l'infini.

» Dans ces conditions, la courbe étant fermée et comme, d'après les conditions initiales, le point C se trouve au commencement du mouvement à la distance -1 de l'origine : donc à l'intérieur de notre courbe il y restera pendant tout son mouvement. On pourra donc assigner des limites supérieures pour les coordonnées x, y, ou pour le rayon vecteur r, et la *stabilité* est ainsi démontrée.

» Mais je dis qu'il y aura de plus stabilité au sens de Poisson, c'est-à-dire que le mobile passera une infinité de fois et aussi près que l'on voudra de sa position initiale.

» Pour cela il faudra, d'après un théorème dû à M. Poincaré ([1]), que l'invariant intégral

$$\int dx\, dy\, dx'\, dy'$$

soit une quantité finie.

» Or nous venons de démontrer que x et y ne deviendront pas infinies. En considérant le système suivant de surfaces dans l'espace à 4 dimensions,

$$(5) \qquad F = \frac{x'^2 + y'^2}{2} - \frac{1}{r} - \frac{1}{\rho} - \frac{(x+1)^2 + y^2}{8} = K_1,$$

on voit que x' et y' ne deviendront infinies que si l'une ou l'autre des quantités r et ρ s'annule.

» Par une démonstration identique à celle que M. Poincaré a donnée pour le problème *restreint* dans son Mémoire des *Acta mathematica*, on pourra voir qu'ici aussi l'invariant intégral

$$J = \int dx\, dy\, dx'\, dy',$$

étendu à tous les systèmes de valeurs tels que

$$K_1 < F < K_2,$$

est fini, et la stabilité au sens de Poisson subsistera dans ce cas-ci aussi. »

([1]) Voir le célèbre Mémoire du tome XIII des *Acta mathematica*.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires du premier trimestre de l'année* 1892. Note de M. **Tacchini.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats relatifs à la distribution en latitude des phénomènes solaires, observés à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le premier trimestre; ils se rapportent à des zones de 10° en 10° dans les deux hémisphères du Soleil.

1892.	Protubérances.		Facules.		Taches.		Eruptions.	
90°+80°...	0,000							
80+70...	0,000							
70+60...	0,033							
60+50...	0,080							
50+40...	0,097	0,536	0,007					
40+30...	0,116		0,054		0,000			
30+20...	0,097		0,200	0,480	0,213	0,476		
20+10...	0,086		0,057		0,213			
10. 0...	0,027		0,062		0,050			
0—10...	0,043		0,068		0,012		0,000	
10—20...	0,050		0,212		0,287	0,524	0,000	1,000
20—30...	0,150		0,178	0,520	0,200		0,714	
30—40...	0,070		0,055		0,025		0,286	
40—50...	0,057	0,464	0,007					
50—60...	0,087							
60—70...	0,007							
70—80...	0,000							
80—90...	0,000							

» Les éruptions métalliques, observées ici en petit nombre, sont confinées dans l'hémisphère austral; la distribution des facules est d'accord avec celle des taches, et la fréquence est plus grande au sud de l'équateur pour les facules, les taches et les éruptions solaires.

» Les protubérances, au contraire, ont été un peu plus fréquentes dans l'hémisphère boréal, et elles se présentent dans des régions bien plus élevées en latitude que les autres phénomènes solaires. Les protubérances sont peu nombreuses près de l'équateur et manquent près des pôles; nous sommes donc encore loin du maximum des phénomènes de la chromosphère, tandis qu'à présent il y a beaucoup de taches; il est probable que le maximum des aurores retardera aussi, si elles sont, comme je l'ai tou-

jours pensé, en relation plus directe avec les protubérances qu'avec les taches. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une propriété commune à trois groupes de deux polygones, inscrits, circonscrits ou conjugués à une conique.* Note de M. **Paul Serret.**

« Au lieu de la rattacher au théorème de Carnot, ou à son corrélatif, on peut, comme il suit, établir directement la relation (1) pour les trois sortes de polygones auxquels nous l'avons dite applicable.

» 1. Prenons, comme cas fondamental, celui de deux triangles 1 2 3, 1' 2' 3' auto-conjugués par rapport à la conique

$$\text{(S)} \qquad \frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} - 1 = 0.$$

» Désignons, pour abréger, par $(ik) \equiv (ki)$ le résultat de la substitution des coordonnées de l'un quelconque des points i ou k dans l'équation de la polaire de l'autre

$$\text{(N)} \qquad (ik) \equiv (ki) \equiv \frac{x_i x_k}{A^2} + \frac{y_i y_k}{B^2} - 1,$$

et, après avoir écrit la relation à démontrer

$$(1) \qquad PP' = \frac{a1}{a2}\,\frac{b2}{b3}\,\frac{c3}{c1} \times \frac{a1'}{a2'}\,\frac{b2'}{b3'}\,\frac{c3'}{c1'} = +1,$$

empruntons seulement, à la définition des deux triangles, les valeurs explicites des deux rapports correspondants $a1 : a2$, $a1' : a2'$, à savoir, puisque le point a est commun aux côtés 1 2, 1' 2' des deux triangles et que ces côtés sont les polaires des sommets opposés 3, 3' :

» $a1 : a2$, rapport des distances des points 1, 2 à $\overline{1', 2'} = (1, 3') : (2, 3')$ conformément à la notation (N); et, de même,

» $a1' : a2'$, rapport des distances des points 1', 2 à $\overline{1, 2} = (1', 3) : (2', 3)$.

Il vient d'abord, en substituant ces valeurs dans les produits P, P',

$$P = \frac{(1, 3')}{(2, 3')} \times \ldots, \qquad P' = \frac{(1', 3)}{(2', 3)} \times \ldots.$$

» Et si l'on achève, par des permutations tournantes, on voit apparaître au numérateur de chacun des produits partiels P ou P', les mêmes

facteurs abrégés (ik) qui figurent sous la forme (ki) dans le dénominateur de l'autre.

» La même démonstration subsiste, soit pour un groupe de deux polygones impairs autoconjugués, quelconques; soit, par exemple, pour un pentagone plan quelconque 1 2 3 4 5 et pour le groupe $\left\{\begin{matrix}1\,2\,3\,4\,5\\3\,4\,5\,1\,2\end{matrix}\right.$ de deux pentagones de mêmes sommets qui en résultent.

» 2. S'il s'agit actuellement de deux triangles 1 2 3, 1′ 2′ 3′ circonscrits à une conique S, les carrés des distances d'un point quelconque aux côtés des deux triangles étant liés par une relation linéaire de la forme

$$\Sigma_1^3 \lambda_1 P_1^2 + \Sigma_1^3 \lambda'_1 P_1'^2 \equiv 0,$$

il existe une autre conique S′ définie par l'une ou l'autre des équations équivalentes

$$(S') \qquad \Sigma_1^3 \lambda_1 P_1^2 = 0, \qquad \Sigma_1^3 \lambda'_1 P_1'^2 = 0;$$

et les deux triangles considérés se trouvant auto-conjugués par rapport à S′, la relation (1) leur est applicable.

» 3. S'il s'agit enfin de deux triangles inscrits, la relation linéaire analogue

$$\Sigma_1^3 \lambda_1 p_1^2 + \Sigma_1^3 \lambda'_1 p_1'^2 \equiv 0,$$

à laquelle donnent lieu les carrés des distances d'une droite quelconque aux sommets des deux triangles, se traduit encore par l'existence d'une autre conique S′ définie par l'une ou l'autre des équations tangentielles

$$(S') \qquad 0 = \Sigma_1^3 \lambda_1 p_1^2, \qquad 0 = \Sigma_1^3 \lambda'_1 p_1'^2,$$

dès lors conjuguée à chacun des deux triangles, et la relation (1) est encore applicable à ces triangles.

» 4. Établie de la sorte pour le cas de deux triangles, inscrits ou circonscrits, et supposée vérifiée pour deux polygones d'ordre $n-1$, la relation (1) s'étend ensuite au cas général de deux polygones d'ordre n par la méthode si souvent employée dans le *Traité des propriétés projectives*.

» 5. Appliquée au cas spécial de deux polygones 1 2 3 ... $\mu\nu$, 1′ 2′ 3′, ... $\mu'\nu'$, circonscrits l'un et l'autre à une conique S, et dont tous les sommets, moins un, ont été pris sur une autre conique S′, la relation (1), qui est alors vérifiée, suffit pour assurer la situation du sommet libre ν' sur la conique S′, sous la seule condition que le triangle $\mu'\nu'1'$ ne

se trouve pas *doublement* homologique à *chacun* des n triangles $\mu\nu 1$, $\nu 12$, 123, 234, ... parcourus alternativement, de droite à gauche, ou de gauche à droite. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes discontinus de substitutions non linéaires à une variable.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« On sait, grâce aux travaux de M. Poincaré, former tous les groupes discontinus de substitutions linéaires $z = \frac{a_i z_i + b_i}{c_i z_i + d_i}$. Dans une telle substitution, à une valeur de z correspond une seule valeur de z et réciproquement. Il est facile de passer de la théorie des groupes linéaires à celle *des groupes de substitutions dans lesquelles à une valeur de z correspond un nombre donné n de valeurs de z_i.*

» Si les substitutions forment un groupe, inversement, à une valeur de z_i correspondent n valeurs de z. La question revient donc à étudier *les groupes de substitutions (z, z_i) où z et z_i sont liées par une relation $f_i(z, z_i) = 0$ de degré n par rapport à z_i.*

» Traitons d'abord le cas de $n = 2$.

» Une au moins des relations $f_i(z, z_i) = 0$, soit $f_1(z, z_1) = 0$, est irréductible et de degré 2 par rapport à t et à t_i; autrement, toutes les substitutions seraient linéaires. Le genre p de $f_1 = 0$ est égal à 0 ou à 1.

» Ceci posé, soit $f_1(z, z_1) = 0$, $f_2(z, z_2) = 0$ deux substitutions du groupe et $f_3(z, z_3) = 0$ la substitution résultante. Écrivons les trois équations

$$(1)\quad f_1(z, z_1) = 0, \qquad (2)\quad f_2(z_1, z_3) = 0, \qquad (3)\quad f_3(z, z_3) = 0.$$

» Pour chaque système de valeurs (z, z_1) satisfaisant à l'équation (1), les équations (2) et (3) en z_3 ont au moins une racine commune.

» Supposons en premier lieu qu'elles en aient deux : on voit aisément dans ce cas que les variables z et z_i sont liées par une relation de la forme

$$R(z) = R_i(z_i) = \frac{a_i R(z_i) + b_i}{c_i R(z_i) + d_i},$$

où R est une fraction rationnelle du second degré en z, et a_i, b_i, c_i, d_i des constantes. Si donc on pose $R(z) = t$, $R(z_i) = t_i$, les valeurs t_i qui correspondent à t sont définies par un groupe linéaire (t, t_i).

» Si les équations (2) et (3) en z_3 n'ont qu'une racine commune, deux cas peuvent se présenter suivant que p est égal à 0 ou à 1. Dans le premier

cas, écrivons

$$z=\varphi(t), \qquad z_1=\psi(t), \qquad \text{avec} \qquad t=\mathrm{R}(z, z_1);$$

φ et ψ étant rationnels en t et R en z, z_1. En prenant pour f_2 la substitution f_1 répétée, on voit que, si l'on fait $z_1=\varphi(t_1)$, on a $t_1=\frac{a_1 t+b_1}{c_1 t+d_1}$; plus généralement, en faisant $z_i=\varphi(t_i)$, on trouve $t_i=\frac{a_i t+b_i}{c_i t+d_i}$.

» Le groupe (z, z_i) se déduit donc d'un groupe linéaire par le changement de variable $z=\varphi(t)$. Il est clair, d'ailleurs, qu'un changement de variable tel que $t=\mathrm{R}(z)$ ou $z=\varphi(t)$ (R et φ étant des fractions rationnelles du second degré) transforme un groupe linéaire (t, t_i) en un groupe de substitutions à deux valeurs (z, z_i).

» Quand p est égal à 1, on pose $z=\lambda(t)$, $z_1=\mu(t)$, λ et μ désignant deux fonctions doublement périodiques de t. Si l'on fait $z_i=\lambda(t_i)$, on trouve que t_i est égal à $t+h_i$, h_i étant une constante. Pour que le groupe (z, z_i) soit discontinu, il faut et il suffit qu'il existe un certain entier ν, tel qu'on ait $h_i=\frac{\mu_i\omega+\mu'_i\omega'}{\nu}$; μ_i et μ'_i sont des entiers positifs ou négatifs, ω et ω' les périodes. *Le groupe est alors algébrique*. On serait arrivé aux mêmes résultats en remarquant que le groupe (z, z_i) est *semblable* à un groupe de transformations de la courbe $f_1=0$ en elle-même.

» Plaçons-nous maintenant dans le cas où n serait un nombre premier quelconque. Là encore deux hypothèses sont possibles : les équations (2) et (3) en z_3 ont n racines communes ou une seule. Dans la première hypothèse, on ramène le groupe à un groupe linéaire par le changement de variable $t=\mathrm{R}(z)$, où R représente une fraction rationnelle en z de degré n. Dans la seconde hypothèse, trois cas sont à distinguer, suivant que p est nul, égal à 1, ou plus grand que 1. Quand p est égal à 0 ou à 1, les résultats énoncés pour $n=2$ subsistent. Si p est plus grand que 1, on pose $z=\Phi(t)$, $z_1=\Psi(t)$, Φ et Ψ étant deux fonctions fuchsiennes de t. A chaque couple de valeurs (z, z_1) correspond un seul point t du polygone fuchsien. En faisant $z_i=\Phi(t_i)$, on trouve encore que t et t_i sont liés par une relation homographique

$$t_i=\frac{a_i t+b_i}{c_i t+d_i}. \tag{4}$$

» La substitution (4) doit *conserver* le polygone fuchsien. On sait qu'un tel polygone, de genre plus grand que 1, ne saurait admettre qu'un nombre fini de telles transformations : elles forment un groupe et correspondent aux différents cas de *symétrie* du polygone. *Le groupe* (z, z_i) *qui s'en déduit*

est donc algébrique. On serait arrivé aux mêmes conclusions en montrant qu'à chaque substitution (z, z_i) correspond une transformation de la courbe $f_1 = 0$ en elle-même. Inversement, d'ailleurs, tout groupe de transformations en elle-même d'une courbe C de degré n est semblable à un groupe (z, z_i).

» Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

» *Soit n un nombre premier quelconque. Les groupes discontinus* non algébriques *de substitutions à n valeurs* (z, z_i) *se déduisent des groupes linéaires* (t, t_i) *par un des deux changements de variable,* $z = \varphi(t)$, $R(z) = t$, *où* φ *et* R *sont des fractions rationnelles de degré n. Les groupes algébriques* (z, z_i) *se déduisent des groupes linéaires finis par les mêmes changements de variable, ou sont semblables à un groupe de transformations en elle-même d'une courbe de degré n et de genre plus grand que zéro.*

» Lorsque n est quelconque, si les équations (2) et (3) en z_3 ont n racines communes ou une seule, tout ce qui précède s'applique. Mais il peut arriver que les équations (2) et (3) aient n' racines communes, n' étant un diviseur de n. Dans tous les cas, par un changement algébrique de la variable, on ramène le groupe (z, z_i) à un groupe (ζ, ζ_i) pour lequel les équations (2) et (3) n'ont qu'une racine commune. Comme je le montrerai ultérieurement, *le problème est alors équivalent au problème de la correspondance de k points à k points sur une courbe algébrique.* On parvient ainsi à ce théorème général : *Soit n un entier quelconque; tout groupe discontinu* non algébrique *de substitutions à n valeurs* (z, z_i) *se déduit d'un groupe linéaire* (t, z_i) *par un changement algébrique de la variable,* $F(t, z) = 0$, *où* F *est un polynôme de degré* n' *en* z, *de degré* n'' *en* t $(n'n'' = n)$. *Tout groupe algébrique* (z, z_i) *se déduit d'un groupe linéaire fini par le même changement de variable, ou est semblable algébriquement à un groupe de transformations en elle-même d'une courbe* C *de degré* n'' *et de genre plus grand que zéro; à chaque point de* C *correspondent* n' *valeurs de* z.

» On peut dire, si l'on veut, que *tout groupe* (z, z_i) *est semblable algébriquement à un groupe de transformations en elle-même d'une courbe algébrique,* ou encore *semblable à un groupe linéaire;* mais le changement de variable qui fait passer d'un groupe algébrique (z, z_i) au groupe linéaire (t, t_i) est *transcendant* si p est plus grand que 0.

» Ces résultats sont à rapprocher du théorème de M. Sophus Lie : *Tout groupe continu* (z, z_i) *est semblable à un groupe linéaire* (t, t_i). La méthode que nous avons suivie démontre ce théorème dans le cas où le groupe (z, z_i) est algébrique.

» Les groupes algébriques discontinus (z, z_i) présentent un certain intérêt. Ils s'introduisent, par exemple, dans l'étude des intégrales algébriques des équations différentielles en $x, y, y', y'', \ldots$ qui admettent un groupe continu (y, y_1). »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *De l'accélération de la mortalité en France.* Note de M. **Delauney**.

« Nous avons fait usage, pour nos recherches, de la Table de Duvillard, que donne l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*. Cette Table, partant de un million de naissances françaises, fournit le nombre des survivants d'année en année.

» Nous avons d'abord calculé les différences successives des nombres de cette Table; ces différences fournissaient le nombre des morts survenues d'un âge au suivant.

» Nous avons ensuite formé les différences successives des différences précédentes, et les nombres ainsi obtenus pouvaient être considérés comme mesurant l'*accélération de la mortalité* à chaque âge.

» L'étude de ces accélérations nous a présenté les particularités suivantes :

» 1° L'accélération de la mortalité décroît de 1 à 16 ans;

» 2° Elle augmente de 16 à 32 ans;

» 3° Elle diminue de 32 à 54 ans;

» 4° Elle croît de 54 à 82 ans;

» 5° Elle diminue pour les âges suivants.

» Il est à remarquer que les minima ou maxima à 32, 54 et 82 ans présentent une sorte de crochet; ainsi le maximum de 32 ans est suivi d'un minimum à 33 et d'un maximum à 34; le minimum de 54 ans est suivi d'un maximum à 55 et d'un minimum à 56; le maximum de 82 ans est suivi d'un minimum à 83 et d'un maximum à 84. Le même crochet existe peut-être à 16 ans, mais il est possible qu'il soit masqué par suite des faibles variations de l'accélération de la mortalité à cet âge.

» Si l'on observe que les accroissements et diminutions de l'accélération de la mortalité correspondent à des variations inverses pour ce que l'on appelle la *vitalité*, on voit que cette dernière croît de 1 à 16, de 32 à 54 et à partir de 82 ans; elle décroît, au contraire, de 16 à 32 et de 54 à 82 ans.

» Il résulte de là que les périodes relativement favorables pour l'homme sont celles de 1 à 16, de 32 à 54 et à partir de 82 ans; des périodes relativement défavorables existent, au contraire, de 16 à 32 et de 54 à 82 ans.

» A noter aussi un accroissement temporaire de la vitalité à 33 et à 83 ans et un affaiblissement à 55 ans.

» Les âges de 16, 32, 54 et 82 ans semblent partager la vie humaine d'une façon des plus naturelles : jusqu'à 16 ans, ce serait l'*enfance*, de 16 à 32 la *jeunesse*, de 32 à 54 l'*âge mûr*, de 54 à 82 la *vieillesse* et au delà la *sénilité*.

» Les nombres 16, 32, 54 et 82, qui marquent les étapes de la vie humaine se succèdent avec une certaine régularité; il y a, en effet, 16 unités entre les deux premiers, 22 entre le deuxième et le troisième et 28 entre les deux derniers, et ces trois différences sont en progression arithmétique. De telle sorte que les quatre nombres 16, 32, 54 et 82 sont fournis par l'expression

$$3x^2 - 5x + 4,$$

dans laquelle on donnerait successivement à x les valeurs 3, 4, 5 et 6. Cette expression correspond à une parabole.

» Si, dans l'expression précédente, on fait x égal successivement à 1 et à 2, on obtient respectivement les âges 2 et 6 ans, qui sembleraient devoir fournir, pour l'accélération de la mortalité, le premier un minimum, le second un maximum.

» La Table de Duvillard n'accuse rien de pareil, néanmoins il est possible que ces minimums et maximums existent mais soient noyés dans l'allure générale des chiffres.

» Ce fait semble confirmé par la Table de mortalité établie pour la ville de Northampton (voir l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*). Cette Table indique, en effet, un maximum de l'accélération justement pour l'âge de 6 ans. D'autre part, la Table de mois en mois, formée par le Dr Faucon pour les enfants d'Amiens, montre que l'accélération doit débuter par un minimum.

» L'existence des âges 2 et 6 ans, comme époques remarquables pour la vie humaine en France, semble donc des plus probables.

» Il en résulte que l'enfance présenterait trois phases : de 0 à 2 ans, de 2 à 6 ans et de 6 à 16 ans.

» En faisant dans l'expression x égal successivement à 7, 8, 9, ..., nous obtiendrons les âges respectifs de 116, 156, 202, ... ans, qui devraient

de même constituer de nouvelles étapes pour la vie humaine, mais le manque de données précises sur ces âges avancés, ainsi que leur grande exception, enlèveraient à ces considérations toute vérification possible et tout intérêt pratique; nous n'insisterons donc pas sur ce sujet. »

PHYSIQUE. — *Méthode optique pour déterminer la conductibilité thermique des barres métalliques.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Lippmann.

« Considérons une barre métallique dont la longueur soit très grande relativement au diamètre, et supposons-la primitivement à zéro. Si nous considérons un élément de longueur dx, et que nous chauffions l'une des extrémités de la barre à une température T, l'élément dx sera, par suite de la conductibilité de la barre, porté à une température t. Si nous appelons λ le coefficient de dilatation linéaire de la substance dont le barreau est formé, l'élément dx aura subi un allongement $\Delta(dx)$ donné par la relation

$$\Delta(dx) = dx\lambda t.$$

D'ailleurs, en vertu de la théorie de la conductibilité dans une barre très longue, la température T est donnée par la relation

$$t = \mathrm{T}e^{-ax},$$

x étant la distance de l'élément dx à l'extrémité chauffée.

» On a donc

$$\sum \Delta(dx) = \lambda \int \mathrm{T}e^{-ax}\,dx;$$

$\sum \Delta(dx)$ n'est autre que l'allongement total Δl de la barre. On a, par suite, T étant une constante,

$$\Delta l = \lambda \mathrm{T} \int \mathrm{T}e^{-ax}\,dx$$

ou

$$\Delta l = \lambda \mathrm{T}\left(-\frac{1}{a}e^{-ax} + \mathrm{C}\right), \tag{1}$$

C étant la constante d'intégration.

» a, d'ailleurs, est fourni par la relation

$$a^2 = \frac{hp}{ks},$$

h étant le coefficient de conductibilité extérieure, k le coefficient de conductibilité intérieure de la barre considérée, p son périmètre et s sa section.

» On voit immédiatement quelle doit être la valeur de la constante C : si l'on fait $x = 0$, on doit avoir $\Delta l = 0$, ce qui exige

$$C = \frac{1}{a},$$

par conséquent on a

$$(2) \qquad \Delta l = \frac{\lambda T}{a}(1 - e^{-ax});$$

on voit que, pour $x = \infty$, l'expression (2) se réduit à

$$(3) \qquad \Delta l = \frac{\lambda T}{a}.$$

» Soit maintenant une seconde barre faite avec une substance dont le coefficient de dilatation linéaire soit λ_1 et le coefficient de conductibilité intérieure soit k_1.

» Par le nickelage ou la dorure, nous pouvons rendre égaux les pouvoirs émissifs des deux barres, et nous pouvons les prendre de même section; alors $p = p_1$ et $s = s_1$.

» Cette seconde barre, chauffée par une de ses extrémités à la même température T et maintenue, comme la première, dans une enceinte à zéro, subira, du fait de la conductibilité thermique, un allongement $\Delta_1 l$ qui, pour $x = \infty$, sera

$$(4) \qquad \Delta_1 l = \frac{\lambda_1 T}{a_1}.$$

» Divisons (3) et (4) membre à membre :

$$\frac{\Delta l}{\Delta_1 l} = \frac{\lambda}{\lambda_1} \frac{a_1}{a},$$

et comme h, p, s sont communs pour les deux bases

$$\frac{\Delta l}{\Delta_1 l} = \frac{\lambda}{\lambda_1} \sqrt{\frac{k}{k_1}}.$$

» Si donc λ et λ_1, coefficients de dilatation linéaires des deux bases, sont connus, on déduira de cette relation le rapport $\frac{k}{k_1}$ de leurs coefficients de conductibilité, sans qu'on ait à déterminer leur coefficient de conductibilité extérieure, à condition que l'on connaisse le rapport $\frac{\Delta l}{\Delta_1 l}$ de leurs allongements.

» Ce dernier rapport peut se déterminer avec la plus grande précision par une méthode interférentielle, soit qu'on polisse spéculairement les extrémités des deux barres mises côte à côte pour s'en servir comme des deux miroirs de l'expérience de Fresnel, soit que l'on utilise les anneaux de Newton produits entre un plan fixé à l'extrémité de la première et une lentille portée par l'extrémité de la seconde. Le même appareil servirait, d'ailleurs, à déterminer $\frac{\lambda}{\lambda_1}$ par une expérience préliminaire, en chauffant les barres, non plus par une extrémité seulement, mais sur toute leur longueur.

» J'indique cette méthode, non qu'elle me semble préférable à celle du *mur* et de l'anneau de garde que j'ai employée dans des travaux antérieurs, mais parce qu'elle peut s'appliquer simplement à des métaux dont on pourrait difficilement avoir une masse suffisante pour constituer un cylindre de garde; une seule lecture d'ailleurs intervient dans son application. J'espère l'appliquer prochainement à mesurer les conductibilités thermiques de quelques échantillons de métaux rares ou précieux. »

PHYSIQUE. — *Sur la propagation de la chaleur dans les corps cristallisés.* Note de M. **Ed. Jannettaz**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« J'ai commencé, il y a plus de vingt ans, des recherches sur la propagation de la chaleur dans les corps cristallisés ([1]). J'ai suivi et je suis encore dans cette étude la méthode de de Senarmont; je l'ai modifiée néanmoins essentiellement en ne perçant pas les plaques et c'est ce qui m'a permis de faire un beaucoup plus grand nombre d'observations et, je puis dire aussi, avec une sécurité beaucoup plus grande. Depuis, on a proposé quelques autres modifications qui peuvent avoir un certain avantage pour ceux qui y sont habitués; de mon côté, j'ai apporté à mes appareils, source de chaleur et instruments de mesure, des perfectionnements,

([1]) *Comptes rendus*, 21 octobre, 4 novembre, 2 décembre 1872.

que je décrirai dans une Note spéciale, concernant la forme et l'orientation des surfaces isothermiques dans les cristaux appartenant aux systèmes obliques.

» J'étais parvenu, dès mes premières recherches, à formuler cette loi ([1]) :

» *Les axes de plus facile propagation thermique sont parallèles aux clivages les plus faciles.*

» Ce fait est immédiatement vérifié par les substances qui ne possèdent qu'un plan de clivage.

» Dans le cas où un cristal possède plusieurs plans de clivage, on peut considérer que ces clivages ajoutent leurs actions, donnant ce que j'appelle *une résultante des clivages,* dont j'indique plus loin la détermination. La loi peut alors s'énoncer ainsi :

» *L'axe de plus facile propagation thermique est parallèle à la résultante des clivages.*

» Voici un exemple relatif à la détermination de cette résultante dans les cristaux rhomboédriques.

» L'antimoine se clive suivant les trois faces d'un rhomboèdre inclinées sur l'axe de 52°52′57″; les faces de clivage sont donc plus rapprochées de la base que de l'axe principal; la résultante équivaut à un clivage basique. Au contraire, si l'angle des faces de clivage avec l'axe est inférieur à 45°, ce qui est le cas du quartz (angle de 37°46′53″), la résultante équivaut à un clivage axial.

» Cette loi s'applique aussi à la schistosité et au longrain des roches qui se comportent comme de vrais clivages. Mais, comme j'ai eu occasion de le prouver, il ne faut pas confondre la schistosité dans les roches avec la stratification, ni les clivages dans les minéraux avec les plans de séparation qui ont leur origine, non pas dans la structure du cristal, mais dans les circonstances qui accompagnent sa formation.

» Le travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie a pour but d'établir que cette loi se vérifie de plus en plus, au fur et à mesure que les observations se multiplient. Je publie aujourd'hui quelques Tableaux renfermant les constantes de conductibilité thermique de la plupart des minéraux cristallisés dans les systèmes quadratiques et hexagonaux. On y voit combien est manifeste la loi que j'ai posée.

» Je n'ai pas besoin de rappeler que dans ces deux systèmes la surface

---

([1]) JANNETTAZ, *Sur la propagation de la chaleur dans les corps cristallisés* (*Annales de Chimie et de Physique;* mai 1873).

de conductibilité thermique est un ellipsoïde de révolution, ayant pour axe de rotation l'axe de figure ou de principale symétrie du cristal. L'hémiédrie semble n'avoir aucune influence sur la forme de cette surface; car je n'ai pas encore pu constater de différence entre les deux rayons vecteurs d'une même direction dans les cristaux hémièdres, pas même dans la tourmaline.

» *N. B.* Dans ces Tableaux, le rapport des axes est celui d'un quelconque des axes parallèles à la base à l'axe de principale symétrie, pris comme unité.

TABLEAU I. — *Cristaux (optiquement uniaxes) ayant leur grand axe des conductibilités thermiques parallèle à leur base.*

Noms des espèces.	Systèmes cristallins.	Résultantes des clivages.	Rapports des axes.
Graphite	Rhomboédrique.	Basique.	Environ 2
Antimoine	»	»	1,591
Bismuth	»	»	Ellipticité forte.
Sulfotellurure de bismuth.	»	»	»
Pyrite magnétique	»	»	1,07
Molybdénite	»	»	Très elliptique.
Argyrythrose	»	»	1,11
Oligiste	»	»	1,11
Ilménite	»	»	Environ 1,11.
Zincite	»	»	Ellipticité nette.
Eudialyte	»	»	1,13
Pennine	»	»	1,16
Diallogite	»	»	Ellipticité nette.
Dolomie	»	»	1,05
Giobertite	»	»	1,05
Mésitine	»	»	1,06
Sidérose	»	»	1,06
Smithsonite	»	»	Ellipticité nette.
Parisite	»	»	1,12
Tourmalines	»	»	De 1,15 à 1,17.
Anatase	Quadratique.	»	1,34
Apophyllite	»	»	Ellipticité très forte.
Matlockite	»	»	Ellipticité forte.

TABLEAU II. — *Cristaux (optiquement uniaxes) ayant leur grand axe des conductibilités thermiques parallèle à l'axe principal.*

Noms des espèces.	Systèmes cristallins.	Résultantes des clivages.	Rapports des axes.
Tellure	Hexagonal.	Axiale.	0,81
Cinabre	Rhomboédrique.	»	0,85
Quartz	»	»	0,762

Noms des espèces.	Systèmes cristallins.	Résultantes des clivages.	Rapports des axes.
Phénacite	Rhomboédrique.	Axiale.	0,96
Chabasie	»	»	Ellipticité sensible.
Troostite de Franklin	»	»	0,854
Pyromorphite	»	»	0,973
Calcaire	»	Basique.	0,913
Dioptase	»	»	?
Corindon	»	Indécise.	0,92
Émeraude	Hexagonale.	»	0,9
Néphéline	»	»	Ellipticité nulle.
Cassitérite	Quadratique.	Axiale.	0,79
Rutile	»	»	0,8
Calomel	»	»	0,77
Zircon	»	»	0,9
Paranthine	»	»	0,845
Idocrase	»	»	0,95
Schéelite	»	»	0,95
Wulfénite	»	Indécise.	Ellipticité nulle.
Phosgénite	»	»	»

» Le Tableau I ne renferme aucune substance cristallisée faisant exception à la règle énoncée plus haut.

» Dans le Tableau II on rencontre, il est vrai, comme ne rentrant pas dans cette règle, le calcaire et peut-être la dioptase; mais l'angle des plans de clivage du calcaire 45°23′23″ est bien voisin de la limite 45° et les cristaux de dioptase sont petits et donnent des courbes voisines de cercles, allongés probablement suivant l'axe principal.

» Quant aux substances où la courbe isothermique sur une face parallèle à l'axe est un cercle, elles ne font pas exception, puisque les clivages basiques et axiaux y sont de même valeur, ce qui entraîne, d'après la règle elle-même, des axes égaux de propagation thermique dans des directions rectangulaires entre elles. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle détermination du rapport v entre les unités C.G.S électromagnétiques et électrostatiques* (¹). Note de M. **H. Abraham**, présentée par M. Lippmann.

« On a mesuré une même capacité dans les deux systèmes d'unités.

» Le condensateur employé (condensateur plan à anneau de garde) a été

(¹) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

décrit dans une Communication antérieure (¹). La valeur électrostatique de sa capacité se déduit de la mesure de ses dimensions. Elle est voisine de 50 unités C.G.S.

» La mesure électromagnétique se fait par le procédé du galvanomètre différentiel :

» Un commutateur tournant envoie dans le premier circuit du différentiel (galvanomètre Thomson de 13000$^{\omega}$) le courant périodique de décharge du condensateur. On compense l'effet de ce courant discontinu au moyen d'un courant continu que fournit la même pile de charge et qui traverse le second fil. Il suffit alors de mesurer la vitesse du commutateur et de faire la lecture des résistances.

» La pile de charge, 80 éléments Gouy, est soigneusement isolée à la paraffine. Il en est de même de tout le circuit; et l'on a pris les précautions nécessaires pour éviter toute force électromotrice thermo-électrique.

» Le commutateur est monté sur ébonite et les contacts sont pris au moyen de doubles ressorts que frôlent en tournant deux anneaux de laiton convenablement échancrés. La période de ce commutateur est comparée à celle de l'oscillation d'un pendule d'horloge par le procédé stroboscopique de M. Lippmann. On rend la vitesse absolument régulière en agissant à la main sur l'axe du moteur (machine Gramme de 1 cheval), axe qui porte directement la partie mobile du commutateur.

» Pour chaque expérience on déterminait la constante du galvanomètre et l'on comparait toutes les résistances à un ohm étalon par l'intermédiaire d'une boîte de résistances étalonnée.

» Il a été fait cinq séries de déterminations pour lesquelles on a successivement démonté et remonté le commutateur et le galvanomètre, puis échangé le condensateur contre un autre de même type.

» Toutes ces mesures ont concordé au millième. C'est ce chiffre qui me paraît marquer l'approximation du résultat moyen

$$v = 299,2.10^8 \text{ (}^2\text{). »}$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 654; 1892.

(²) Un Mémoire détaillé paraîtra bientôt aux *Annales de Chimie et de Physique.*

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les azotates basiques de zinc.* Note de M. J. **Riban**, présentée par M. Troost.

« Bertels a signalé autrefois, dans l'action du zinc sur son nitrate, la production d'un sel basique, sans autre indication ni caractères; il lui assigne la formule $Zn(NO^3)^2 + 5Zn(OH)^2 + 3H^2O$. Quand on répète cette expérience on trouve que le précipité blanc qui se forme est un mélange de tables, d'aiguilles et d'un peu de matière amorphe. J'ai réussi, il y a quelques années déjà, à isoler ces corps avec des caractères définis; ce sujet ne m'avait pas paru alors suffisant pour être l'objet d'une Note à l'Académie; mais, dans un travail récent, MM. Rousseau et Tite ayant décrit un azotate basique de zinc, cette circonstance m'engage à faire connaître aujourd'hui les sels que j'ai isolés distincts du précédent par leur forme et leur composition.

» Pour préparer ces corps, j'attaque le zinc pur par l'acide azotique étendu d'environ son volume d'eau : il se forme d'abord de l'azotate neutre de zinc, mais bientôt, par l'ébullition en présence d'un excès du métal, il se produit un précipité blanc de sel basique que l'on sépare par le filtre; la liqueur, en se refroidissant lentement, se trouble et donne des dépôts successifs que l'on sépare par filtration. Les premières parties déposées sont généralement formées de tables losangiques et d'aiguilles; les derniers dépôts, et particulièrement ceux que produit le refroidissement nocturne, consistent en très courtes aiguilles groupées en étoiles. On conçoit que, par des redissolutions des diverses parties dans l'eau mère bouillante, on puisse arriver à obtenir ce dernier corps exempt de lames et de matière amorphe. Sa composition, d'après deux échantillons différents, répond à la formule $6ZnO\,Az^2O^5, 8H^2O$.

	ZnO.	H^2O.	Az^2O^5.	
Calculé	65,9	19,5	14,6	
Trouvé : I	66,2	19,1	14,7	(Diff.)
» II	66,4	»	»	

» Le corps cristallisé en lames, et mêlé d'aiguilles, peut être débarrassé de ces dernières par redissolution dans les eaux mères ou, bien mieux encore, en le chauffant avec celles-ci, en tubes scellés, durant quelques heures à 150°. Il se dépose par refroidissement de belles lamelles nacrées,

presque insolubles dans l'eau froide, qui, d'après l'analyse de deux préparations différentes, répondent à la formule $6ZnO\,Az^2O^5, 7H^2O$. C'est le corps précédent qui a perdu 1 molécule d'eau à chaud au sein du liquide, comme on l'observe pour d'autres composés.

	ZnO.	H^2O.	Az^2O^5.	
Calculé...........	67,5	17,5	15,0	
Trouvé : I.........	67,7	17,0	15,3	(Diff.)
» II........	66,7	17,8	15,5	(Diff.)

» Ces amas de lamelles se résolvent sous le microscope en tables losangiques, ortho ou clinorhombiques, dont l'angle aigu est de 82°; elles portent généralement sur l'angle obtus une troncature parallèle à la diagonale aiguë. Ces cristaux sont à deux axes très écartés; la face d'aplatissement est perpendiculaire à la bissectrice Ng, le plan des axes optiques y est dirigé suivant la diagonale de l'angle aigu. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les permolybdates*. Note de M. E. **Péchard** (¹), présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication (²), j'ai montré que les molybdates acides, mélangés à de l'eau oxygénée, se transforment en sels contenant un acide suroxygéné du molybdène. Outre les sels de potasse et d'ammoniaque, j'ai pu préparer d'autres permolybdates dont je décrirai la préparation et les propriétés.

» *Permolybdate de soude*. — Du bimolybdate de soude fondu est finement pulvérisé et mélangé à de l'eau oxygénée. Le sel, peu soluble dans l'eau pure, se dissout alors facilement en chauffant un peu, et la liqueur jaune ainsi obtenue, soumise à l'évaporation, donne des cristaux prismatiques jaunes, qui sont extrêmement solubles dans l'eau. La dissolution de ce sel peut être précipitée par l'alcool, et la poudre cristalline ainsi obtenue laisse dégager, pendant la dessiccation, une forte odeur d'aldéhyde.

» Le permolybdate de soude fond à 80° dans son eau de cristallisation, et le liquide jaune qui résulte de cette fusion laisse dégager vers 200° des

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(²) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 720.

bulles d'oxygène, qui produisent un phénomène analogue au rochage. Le résidu de la calcination du sel est du bimolybdate blanc.

» Ce sel a une composition qui correspond à la formule

$$NaMoO^4 + 3H^2O,$$

ainsi qu'il résulte des analyses suivantes :

» 1° 1gr,543 du sel a donné 0gr,3799 NaCl, 0gr,935 MoO^3, 37cc d'oxygène et 0gr,3549 d'eau.

» 2° 1gr,8035 du sel a donné 0gr,4408 de chlorure de sodium, 1,098 d'acide molybdique, 39cc d'oxygène et 0gr,413 d'eau;

» 3° 2gr,3501 du sel a donné 0gr,5715 de chlorure de sodium et 56cc d'oxygène.

» Ces analyses peuvent se résumer dans le Tableau suivant :

	Calculé.		Trouvé.		
	I.	II.	I.	II.	III.
Na^2O..........	62	13,08	13,1	13	12,92
$2MoO^3$........	288	60,76	60,6	60,9	»
O.............	16	3,37	3,5	3,1	3,4
$6H^2O$.........	108	22,79	23	22,5	»
	474	100,00	100,2	99,9	»

» *Permolybdate de magnésie.* — Ce sel s'obtient comme le sel de soude, en soumettant à l'évaporation une dissolution du bimolybdate de magnésie dans l'eau oxygénée. Ce sel, très soluble, se dépose sous forme de fines aiguilles groupées autour d'un centre et sa composition correspond à la formule : $MgMo^2O^8 + 10H^2O$:

» 1° 1gr,4263 du sel m'a donné 0gr,1115 de magnésie, 0gr,785 d'acide molybdique, 31cc d'oxygène et 0gr,485 d'eau;

» 2° 1gr,305 du sel a donné 0gr,0892 de magnésie, 25cc d'oxygène et 0,422 d'eau.

» Ces analyses peuvent se résumer dans le Tableau suivant :

	Trouvé.		Calculé.	
	I.	II.	I.	II.
MgO.................	40	7,64	7,82	7,4
Mo^2O^6...............	288	54,96	55,04	»
O....................	16	3,05	3,17	2,98
$10H^2O$...............	180	34,35	34,01	35,04
	524	100,00	100,04	»

» *Permolybdate de baryte.* — Ce sel a été préparé par dissolution du

bimolybdate de baryte dans l'eau oxygénée, ou par double décomposition entre le permolybdate d'ammoniaque et le chlorure de baryum. En chauffant vers 80°, soit le mélange d'eau oxygénée et de molybdate de baryte, soit le mélange de permolybdate d'ammoniaque et de chlorure de baryum, on obtient des octaèdres microscopiques, jaunes, agissant sur la lumière polarisée. Ce sel a une composition qui correspond à la formule $BaMo^2O^8 + 2H^2O$, ainsi qu'il résulte des analyses suivantes :

» 1° 1gr,1057 du sel a donné 0gr,4678 de chlorure de baryum, 0gr,6451 d'acide molybdique, 25cc d'oxygène et 0gr,0805 d'eau.

» 2° 2gr,0165 du sel a donné 0gr,8493 de chlorure de baryum, 1gr,182 d'acide molybdique, 46cc d'oxygène et 0gr,143 d'eau :

	Calculé.		Trouvé.	
	I.	II.	I.	II.
BaO	153	31,03	31,11	30,97
MoO^3	281	58,42	58,35	58,62
O	16	3,29	3, 3	3,31
$2H^2O$	36	7, 3	7,28	7,09
	493	100,00	100,00	99,99

» *Permolybdates des métaux lourds.* — Les autres sels ont été préparés par double décomposition. C'est ainsi que les sels de cuivre, d'argent et de mercure ont été obtenus en faisant réagir les azotates de ces métaux sur le permolybdate d'ammoniaque :

» 1° Le sel de cuivre est un précipité jaune verdâtre, soluble dans l'ammoniaque et dans les acides chlorhydrique et nitrique. J'ai dosé dans ce sel l'oxygène directement et le cuivre par électrolyse. Sa composition correspond à la formule $CuMo^2O^8 + H^2O$.

» 2° Le sel d'argent s'obtient en mélangeant du permolybdate d'ammoniaque et du nitrate d'argent. La dissolution limpide laisse déposer à une douce chaleur des octaèdres jaunes et microscopiques. Ce sel, dont la composition correspond à la formule $AgMoO^4$, laisse dégager de l'oxygène sous l'action de la chaleur et le résidu est une masse fondue de bimolybdate d'argent.

» Le sel mercureux est un précipité orangé qui s'obtient quand on mélange une dissolution acide de nitrate mercureux avec du permolybdate d'ammoniaque. Ce sel m'a permis, dans certaines analyses, la séparation de l'acide permolybdique et des bases alcalines.

» La préparation et les propriétés des sels que je viens de décrire met-

tent hors de doute l'existence d'un acide suroxygéné du molybdène. J'indiquerai prochainement par quels procédés il est possible d'isoler cet acide et quelles sont ses propriétés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la reproduction de la leucite.* Note de M. **A. Duboin**, présentée par M. Troost.

« *Leucite.* — J'ai reproduit la leucite par diverses réactions effectuées en présence du fluorure de potassium fondu, un excès de ce corps jouant le rôle de dissolvant.

» I. Du fluorhydrate de fluorure de potassium est amené à l'état de fusion dans un creuset.

» J'ai chauffé, d'abord lentement, puis jusqu'à la température du rouge clair, du fluorhydrate du fluorure de potassium. Lorsque le fluorure de potassium, résultant de la décomposition du sel, était amené à l'état de fusion tranquille, j'y projetai de l'alumine qui paraissait inattaquée; puis, par petites portions, de la silice jusqu'à ce que toute l'alumine fut dissoute.

» Après refroidissement lent, la masse était reprise par l'eau et abandonnait des cristaux de leucite, remarquables par leurs dimensions, les arêtes de quelques-uns atteignant plusieurs millimètres.

» II. J'ai constaté qu'on pouvait provoquer la dissolution de l'alumine en remplaçant la silice par du fluosilicate de potasse. La masse, maintenue à l'état de fusion tranquille, commence, au bout d'une demi-heure, à laisser déposer des cristaux. On voit se former, au fond du creuset, des centres de cristallisation autour desquels se groupent rapidement des cristaux aussi gros que dans l'expérience précédente. Après refroidissement lent et reprise par l'eau, on voit qu'il s'est formé deux produits. Les analyses montrent que le second produit est un fluorure double d'aluminium et de potassium dont j'ai été ainsi amené à faire l'étude et qui m'a fourni un troisième procédé que je signale, car des expériences dont les résultats seront publiés plus tard me portent à croire qu'il est susceptible d'une grande généralité. Rappelons, auparavant, que M. Hautefeuille, dans les expériences qui lui ont donné la leucite par fusion des éléments dans le vanadate de potasse, avait observé que le fluosilicate de potasse augmentait la vitesse de cristallisation.

» III. J'ai projeté un excès de silice calcinée dans un bain fondu com-

posé de fluorure de potassium et de fluorure d'aluminium. Chaque addition de silice provoque un dégagement gazeux assez vif. Après refroidissement lent et lessivage de la masse, on obtenait des cristaux volumineux de leucite.

» Le bain employé peut être obtenu de différentes manières :

» 1° En chauffant ensemble de l'alumine calcinée et du fluorhydrate de fluorure de potassium, d'abord lentement, puis, peu à peu, jusqu'à la température du rouge vif;

» 2° En projetant dans du fluorure de potassium fondu soit le produit de la précipitation d'une solution d'alun par les eaux de lavage d'expériences précédentes, soit le fluorure double obtenu par les procédés que nous décrirons plus loin.

» *Analyse.* — Les produits provenant de la première et de la troisième série d'expériences étaient très homogènes.

» J'ai pu séparer la leucite du fluorure double produit en même temps dans la deuxième série en traitant le mélange par une solution moyennement concentrée de potasse caustique, qui dissout complètement le fluorure double.

» Après m'être assuré que le produit ne contenait pas de fluor, en l'attaquant par l'acide sulfurique dans un tube ouvert, je l'ai traité, finement porphyrisé, par HCl et AzO^5, qui l'ont complètement décomposé avec dépôt de silice gélatineuse.

» La masse était évaporée à siccité et reprise par l'eau acidulée.

» Dans la dissolution, l'alumine a été précipitée par l'ammoniaque, et, après séparation de l'alumine, la potasse a été dosée à l'état de chlorure de potassium.

» Les analyses conduisent à la formule $KO.Al^2O^3.4SiO^2$:

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
Silice	55,06	55,11	55,046
Alumine	23,52	23,60	23,394
Potasse	21,18	21,27	21,560
	99,76	99,98	100,000

» On a vu comment j'ai pu séparer la leucite du fluorure de potassium et d'aluminium produit en même temps. Je n'ai pu, sur le mélange, déterminer d'une façon suffisamment précise la composition de ce dernier produit, mais j'ai pu, à la suite des expériences dont la description va suivre, obtenir ce fluorure débarrassé de toute matière étrangère.

» La leucite ainsi obtenue est en trapézoèdres parfaitement limpides à arêtes vives et facettes brillantes. Elle possède toutes les propriétés optiques de la leucite naturelle et renferme quelques inclusions vitreuses à bulle.

» *Fluorure double d'aluminium et de potassium.* — J'ai chauffé un mé-

lange intime d'alumine calcinée et de fluorhydrate de fluorure de potassium, d'abord lentement, puis peu à peu jusqu'à fusion complète. Après refroidissement lent, le culot repris par l'eau m'a donné un produit très homogène.

» J'ai obtenu le même produit en refondant le culot avec un excès de chlorure de potassium. Les cristaux sont alors plus clairs.

» Ils paraissent faiblement solubles dans l'eau bouillante, solubles dans une solution moyennement concentrée et chaude de potasse caustique. C'est cette propriété qui m'a permis de les séparer de la leucite, dans les expériences où ces deux produits s'étaient formés simultanément.

» *Analyse.* — Un poids connu du produit a été attaqué par l'acide sulfurique dans une capsule de platine. Les sulfates restants se dissolvent lentement dans l'eau chaude.

» J'ai employé deux procédés pour séparer l'alumine de la potasse.

» 1° On précipite l'alumine par l'ammoniaque et, dans la liqueur séparée de l'alumine, on dose la potasse à l'état de sulfate de potasse.

» 2° Le mélange des sulfates, débarrassé par la chaleur de la plus grande partie de l'excès d'acide sulfurique, est traité par un très léger excès d'une solution d'azotate de plomb; on chasse l'excès de plomb par l'acide sulfhydrique. On a ainsi les bases à l'état d'azotates, et, grâce aux précautions prises pour éviter l'excès d'acide, il ne reste pas trace de plomb dans la liqueur. On sépare alors l'alumine de la potasse par la méthode de Deville, qui consiste à détruire l'azotate d'alumine par la chaleur, on reprend par l'eau et dans la liqueur filtrée on dose la potasse à l'état d'azotate de potasse après évaporation.

» Les résultats montrent qu'on a obtenu la cryolithe potassique $3KFl, Al^2Fl^3$.

		Trouvé.	Calculé.
Aluminium	10,48	10,50	10,465
Potassium	45,30	45,15	45,348
Fluor (par diff.)	44,22	44,35	44,186
	100,00	100,00	99,999

» Ce produit se compose de cristaux allongés, groupés à angle droit et terminés par un pointement à 45°. Ces cristaux élémentaires s'éteignent longitudinalement; leur biréfringence est d'environ 0,004. Le signe de leur allongement est négatif. »

CHIMIE. — *Contributions à l'étude des eaux minérales. Conservation de ces eaux.* Note de M. P. **Parmentier**.

« Toutes les personnes qui se sont occupées de l'étude des eaux minérales savent qu'une des premières difficultés qui se présentent dans cette

étude, c'est celle d'avoir dans les laboratoires une eau identique à ce qu'est cette eau à la source. Un grand nombre d'eaux minérales mises en bouteilles donnent naissance à des précipités, d'autres à des altérations plus ou moins profondes, qu'on ne peut déceler que par une étude minutieuse.

» Nous occupant de la question des eaux minérales depuis plusieurs années, nous avons cherché un moyen d'avoir pour l'analyse et les recherches une eau identique à celle de la source, et à opérer sur des liquides bien définis. Nos études ont surtout porté sur les eaux minérales de la région du Centre, dont la plupart rentrent dans le type des eaux bicarbonatées.

» Cette question a une importance théorique et pratique.

» Dans les laboratoires officiels chargés de l'analyse des eaux minérales, existe une divergence de vue et une manière différente d'opérer. Certains chimistes, et nous sommes de ceux-là, considèrent que l'analyse d'une eau doit porter sur la totalité des principes contenus dans cette eau au moment où elle coule claire à sa source. D'autres n'admettent comme faisant partie de l'eau et devant être soumise à l'analyse, que la portion claire contenue dans les récipients, cette portion seule étant livrée à la consommation, le précipité restant dans la bouteille. Cette dernière opinion ne saurait être admise, la nature et la quantité de précipité variant d'une bouteille à l'autre, comme nous l'avons souvent vérifié.

» De là, pour une même source, des divergences dans les résultats fournis par différents laboratoires, divergences non imputables souvent à la plus ou moins grande habileté des opérateurs, mais à un point de départ différent. De là aussi souvent des difficultés, d'ordre administratif, fort regrettables. Nous pourrions citer telle source renfermant plus de $0^{gr},2$ de protoxyde de fer réel (non compris le manganèse et l'alumine), pour laquelle une analyse officielle indique une teneur de quelques milligrammes seulement, sans parler des autres divergences très considérables.

» D'après nos études, toutes les eaux minérales qu'on trouve dans la région du Centre sont des eaux prenant naissance dans une atmosphère d'acide carbonique *pur*. Cet acide carbonique dépasse comme pureté tout ce que la meilleure préparation de laboratoire peut fournir. Si l'on recueille de ce gaz dans une éprouvette sur l'eau de la source, et qu'on introduise dans l'éprouvette un fragment de potasse récemment fondue, et, par conséquent, non aérée, après dissolution de la potasse, on obtient, en

renversant l'éprouvette bouchée avec le doigt, le bruit sec du marteau d'eau, ce que l'on n'obtient pas avec de l'acide carbonique préparé artificiellement.

» Ces eaux, ayant pris naissance dans une atmosphère d'acide carbonique pur, sont toujours embouteillées dans des récipients pleins d'air, de la même façon qu'on embouteille le vin. La présence de cet air exerce une action chimique et une action physique.

» L'action chimique consiste à peroxyder le fer, le manganèse, qui sont précipités en entraînant avec eux l'acide phosphorique, l'arsenic, etc.

» L'action physique consiste à troubler l'état d'équilibre stable de la solution saturée d'acide carbonique. En effet, une solution saturée d'un gaz est troublée dans son équilibre par la présence d'un autre gaz. Pour préparer une eau de Seltz de valeur, Berzélius a conseillé de purger l'eau employée des gaz qu'elle contient, par plusieurs lavages à l'acide carbonique, aussi pur que possible. Une eau minérale naturelle, quoique saturée d'acide carbonique, ne mousse pas; une eau artificielle voulant l'imiter mousse, quoique chargée de moins d'acide carbonique.

» Quand donc une eau saturée d'acide carbonique arrive dans un récipient plein d'air, son état d'équilibre est troublé. Il y a suroxydation de certains principes et départ d'acide carbonique. De là, formation de dépôts complexes et variables suivant la façon dont l'embouteillage a été fait.

» Si, au contraire, on reçoit cette eau dans une atmosphère d'acide carbonique *pur*, elle se trouve dans les mêmes conditions que dans le sol et l'on a de l'eau identique à ce qu'elle est à la source. Nous insisterons sur le mot *pur* pour l'acide carbonique : il ne suffit pas que l'on emploie des récipients à peu près purgés d'air. Il faut que ni l'eau ni l'acide carbonique n'aient pu prendre de l'oxygène à l'air.

» Un des moyens que nous avons employés pour arriver à ce résultat consiste à remplir les bouteilles bien propres avec l'eau minérale sortant de la source, eau qu'on laisse séjourner un moment. Cette eau déplace l'air et dissout celui qui adhère aux parois de la bouteille. On la remplace ensuite par de l'acide carbonique pur, et c'est dans cet acide carbonique que l'on fait écouler l'eau de la source en remplissant les bouteilles par le bas. En bouchant rapidement avec des bouchons fortement comprimés et bien lavés à l'eau minérale, on est sûr de ne plus voir de précipité se former. Il suffit d'avoir soin d'empêcher la dessiccation du liège en ne laissant pas trop longtemps les bouteilles debout. Nous conservons de l'eau minérale depuis plus de deux ans, sans trace d'altération, la saveur de cette eau

étant celle qu'elle a à la source même, quoique cette eau, embouteillée à la façon ordinaire, donne un précipité abondant. On peut encore avoir de l'eau inaltérable avec des récipients bitubulés qu'on lave par un courant d'eau minérale avant de les boucher.

» On ne saurait croire combien rapidement est absorbé par une eau minérale l'oxygène de l'air. Une source mal captée ou dont l'eau coule dans des canalisations défectueuses est troublée avec une rapidité étonnante.

» Les eaux minérales sont encore altérées par les microorganismes. Les sources dont nous parlons sont stériles complètement ; mais au voisinage de leurs orifices d'écoulement se développent des organismes nombreux et spéciaux pour chaque source, organismes dont l'étude se poursuit en bien des points. Les germes de ces organismes, mis en suspension dans l'air ou déposés sur les récipients, se développent dans les eaux transportées. Nous n'en avons jamais trouvé dans nos bouteilles en opérant soigneusement.

» Il convient d'ajouter que, contrairement à l'opinion admise, l'influence de la lumière sur les eaux minérales bicarbonatées est nulle.

» Cette question intéresse aussi la Médecine. Les effets thérapeutiques d'une eau transportée, même de l'eau d'une source froide, ne sont pas les mêmes que ceux de l'eau bue à la source. Les altérations chimiques produites influent forcément sur les effets physiologiques. Certaines eaux fort altérables sont livrées à peu près claires à la consommation ; mais cet effet est le plus souvent obtenu en ne livrant l'eau qu'après l'avoir laissée déposer dans des bassins de décantation. Il ne nous semble pas bien difficile, pratiquement, d'embouteiller les eaux minérales dans des récipients remplis de l'acide carbonique pur des sources et de livrer aux malades une eau identique à ce qu'elle est à sa source. »

CHIMIE. — *De la fixation de l'iode par l'amidon.* Note de M. GASTON ROUVIER.

« Dans une Communication insérée aux *Comptes rendus* de l'Académie (numéro du 18 janvier 1892), j'ai indiqué que l'iode en présence d'un excès d'amidon doit donner un composé différent de celui qui se forme en présence d'un excès d'iode. Dans une deuxième Communication (numéro du 4 avril), j'ai montré que, dans la détermination de la composition

centésimale des iodures d'amidon, il s'agissait de déterminer la quantité d'iode fixé qui, avant la combinaison, se trouvait à l'état libre.

» Je viens de faire cette détermination pour le composé qui se forme en présence d'un excès d'amidon, en opérant de la manière suivante. A de l'eau amidonnée, j'ajoute un volume exactement connu d'une solution titrée d'iode, puis un volume d'une solution saturée de chlorhydrate d'ammoniaque égal à celui de l'eau amidonnée. Je laisse reposer; je décante le liquide surnageant et je m'assure qu'il contient un excès d'amidon. Je lave à plusieurs reprises, par décantation, avec une solution concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque.

» Pour déterminer le poids d'amidon combiné à l'iode, je dose son carbone en le transformant en acide carbonique par la méthode ordinaire. Mais, comme le précipité contient une forte quantité de chlorhydrate d'ammoniaque, au lieu d'absorber l'acide carbonique par la potasse, je l'absorbe par l'ammoniaque, et le précipite ensuite par le chlorure de baryum. J'ai fait ainsi cinq expériences qui m'ont donné, pour la teneur centésimale en iode, 8,63, 8,57, 8,75, 9,03, 9,12. Or, si l'on calcule la teneur centésimale pour le composé $(C^6H^{10}O^5)^8I$, on trouve 8,92. Il me paraît résulter de ces expériences que le composé qui se forme en présence d'un excès d'amidon est le composé $(C^6H^{10}O^5)^8I$. Ce résultat concorde avec celui qu'a obtenu Mylius.

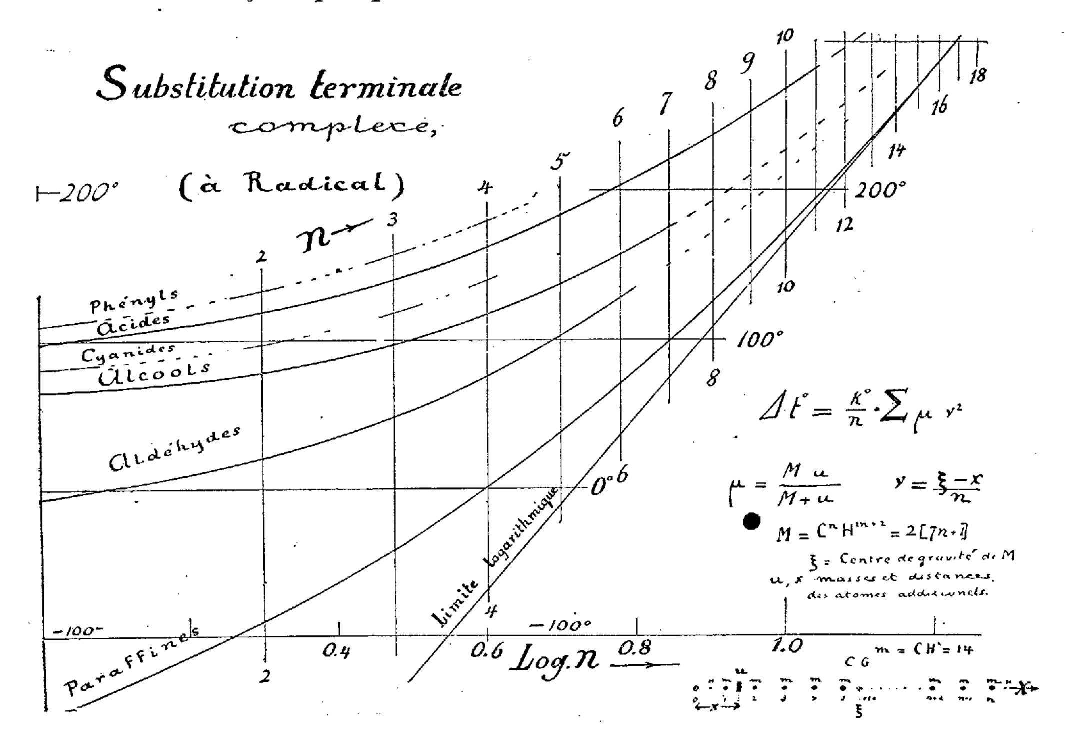
» En effet, le composé obtenu par cet auteur, en présence d'un excès d'iode, et en ne tenant compte que de l'iode qui, avant la combinaison, se trouvait à l'état libre, a pour formule $(C^6H^{10}O^5)^4I$ ou $(C^6H^{10}O^5)^8I^2$ (*Berichte Gesellschaft*, t. XX, p. 693).

» Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que c'est la première fois qu'un pareil accord existe entre deux auteurs différents au sujet de la combinaison de l'iode avec l'amidon. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Détermination mécanique des points d'ébullition des alcools et des acides*. Note de M. G. **Hinrichs**.

« La formule générale (109) de la Note précédente conduit aux résultats thermométriques d'un grand nombre de réactions chimiques. Il sera donc nécessaire de nous borner ici au cas le plus important, la transformation successive des paraffines en alcools, et la conversion des alcools en acides.

» Les températures d'ébullition observées ont été réunies dans le Tableau de la page 600, même tome. Les tracés ci-joints, représentant des réductions au $\frac{1}{5}$ de quelques courbes d'une feuille de mon grand atlas des



propriétés physiques des corps, donnent les points observés sans aucune modification. La figure est l'expression graphique des faits observés, $\log n$ étant pris pour variable indépendante. La courbe des paraffines est donnée ici en fonction de $\log n$ (voir *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1128; 1891). La limite logarithmique y a été trouvée

$$y_1 = 586°3\,(\log n - 0{,}717), \tag{111}$$

tandis que la courbe parabolique est

$$y_2 = 190°(1{,}200 - \log n)^2, \tag{112}$$

la température d'ébullition de la paraffine étant

$$t = y_1 + y_2. \tag{113}$$

» Par l'équation (109) nous pouvons déterminer la valeur Δt qu'il faut

ajouter à t pour obtenir la température d'ébullition du composé substitué dérivé de la paraffine.

» L'alcool résulte de la paraffine normale par la substitution de l'hydroxyle OH à l'atome d'hydrogène terminal. $u = OH - H = 16$, et $x = \frac{1}{4}$, la distance de l'origine au premier atome d'hydrogène étant $\frac{1}{2}$. Nous pouvons négliger l'influence de la position exacte de H dans l'hydroxyle, vu la petitesse de H.

» L'aldéhyde (dans l'acide) résulte de la paraffine par la substitution de 1 atome d'oxygène à 2 atomes d'hydrogène au-dessus de la diagonale médiane de l'atome de carbone [voir (28) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 314; 1891]. Nous avons donc $u = O - 2H = 14$ et $x = 1$.

» L'acide résulte des deux substitutions précédentes; donc le moment réduit de l'acide sera égal à la somme des moments réduits de l'alcool et de l'aldéhyde correspondants (108).

» Tout calcul fait, d'après les formules (106) et (108), le Tableau suivant donnera les valeurs des moments réduits

$n =$	4.	5.	6.	...	9.
Aldéhyde........	1,58	1,88	2,18	...	2,49
Alcool...........	3,91	3,90	3,89	...	3,97
Acide...........	5,49	5,78	6,07	...	6,46

» Les valeurs t des points d'ébullition observés (même Tome, p. 600) nous donnent les valeurs de Δt; alors (109) nous fournira les valeurs de la constante k par

$$k = \frac{n\,\Delta t}{\Sigma \mu v^2}, \tag{114}$$

valeurs qui s'accordent assez exactement avec (110), les constantes étant

$$k = 147^\circ - 0.41.y_2. \tag{115}$$

» Le Tableau suivant contient les valeurs de k observées ou tirées de (114) et les valeurs calculées d'après (115) :

$n =$	4.	5.	6.	9.
k observé (114) :				
Alcool..............	118,4	126,5	132,6	...
Acide..............	118,4	127,0	132,6	143
k calculé (115)......	118,3	125,9	132,6	143

» La concordance est très concluante. Les valeurs observées, tirées de la détermination de la température d'ébullition de l'alcool et de l'acide, sont identiques, fait très remarquable, vu que, dans (114), le produit $n\Delta t$ est très grand et le moment réduit μv^2 très petit. Le principe de sommation est donc bien établi.

» La température d'ébullition de l'alcool $n = 9$ n'est pas encore connue. L'acide a donné $k = 143$, s'accordant avec (115). La valeur du moment réduit est 3,97. La formule (109) nous donne $\Delta t = 62°,9$ et, comme la paraffine correspondante bout à 149°,5, l'alcool $n = 9$ doit bouillir à 212°,4. Le *nonyl alcohol* des Tables de Carnelley, p. 214, bouillant de 205° à 212°, n'était donc point l'alcool normal $n = 9$.

» Il serait sans doute très intéressant de considérer d'autres séries, notamment les aldéhydes libres; mais ici il faudra nous limiter aux faits les plus fondamentaux. C'est pourquoi le cas le plus difficile a été choisi. Je crois avoir montré que le problème de la détermination mécanique de la température d'ébullition de tout composé dérivé par substitution terminale d'une paraffine a été résolu. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation et chaleur de formation de la résorcine et de l'hydroquinone monosodées.* Note de M. **de Forcrand**.

« Les deux oxyphénols méta et para (résorcine et hydroquinone) fournissent des dérivés monosodés comme la pyrocatéchine.

» J'ai pu les préparer en suivant la même méthode que pour l'oxyphénol ortho, c'est-à-dire en dissolvant le métal dans une dissolution alcoolique du phénol et chassant ensuite l'alcool par la chaleur, toutes les opérations étant faites dans une atmosphère d'hydrogène. J'ai remarqué seulement que les dérivés méta et para sont beaucoup plus solubles dans l'alcool que la pyrocatéchine sodée. Ils retiennent aussi l'alcool avec plus d'énergie et se colorent plus rapidement encore en présence de l'air, le premier en jaune verdâtre, puis en brun; le second en vert foncé, puis en bleu. Enfin la résorcine monosodée est très hygroscopique et se détache très difficilement des parois du ballon.

» En raison de ces circonstances, je n'ai pas pu obtenir l'hydroquinone monosodée tout à fait exempte d'alcool, et la coloration de la résorcine monosodée en jaune verdâtre, même dans le ballon plein d'hydrogène, me porte à penser que ce produit est déjà un peu oxydé.

» Voici, d'ailleurs, les analyses :

			Trouvé.	Calculé pour $C^{12}H^5NaO^4$.
Résorcine,	Na pour 100	par l'alcalimétrie.....	17,41	17,42
		à l'état de sulfate.....	17,61	
Hydroquinone,	Na pour 100	par l'alcalimétrie.....	16,38	17,42
		à l'état de sulfate.....	16,15	

» L'altération de la résorcine monosodée est à peine appréciable à l'analyse; elle est, du reste, superficielle, l'intérieur de la masse n'étant pas coloré.

» Quant à l'hydroquinone monosodée, parfaitement blanche dans le ballon, on voit qu'elle retient de 6 à 7 pour 100 d'alcool qu'on ne peut lui enlever à 120°-125°, température qu'il n'est pas prudent de dépasser. J'ai supposé que cette petite quantité d'alcool n'était pas combinée; elle est trop faible pour que l'hypothèse contraire modifie notablement les résultats des expériences thermiques.

» Vers + 20°, la dissolution dans 4^{lit} d'eau de $1^{éq}$ (132^{gr}) de ces composés a donné :

Pour le dérivé méta.............................. $+8^{Cal},82$
Pour le dérivé para.............................. $+7^{Cal},01$

» Les chaleurs de dissolution des deux oxyphénols sont, à la même température :

Résorcine.......... $-3^{Cal},79$ } $1^{éq} = 132^{gr} = 2^{lit}$ d'eau (¹).
Hydroquinone...... $-4^{Cal},42$ }

» Enfin, les chaleurs de neutralisation par la soude (chaque corps dissous dans 2^{lit} d'eau) :

Résorcine.............................. $+8^{Cal},23$
Hydroquinone.............................. $+7^{Cal},50$

(¹) MM. Berthelot et Werner (*Comptes rendus*, t. C, p. 586) ont donné, pour les chaleurs de dissolution des deux oxyphénols : — 3,24 et — 4,18, mais ils opéraient à + 10° et employaient 6^{lit} à 7^{lit} pour $1^{éq}$. Ces dissolutions sont cependant possibles avec la dilution normale habituelle de $1^{éq} = 2^{lit}$, même pour l'hydroquinone, qui est le moins soluble des deux phénols. Antérieurement, M. Calderon avait trouvé pour la dissolution de la résorcine un nombre très voisin de celui que j'ai obtenu : — 3,83, à la température de + 22°. MM. Berthelot et Werner avaient trouvé, pour les chaleurs de neutralisation à + 10° : + 8,23 (résorcine) et + 8,00 (hydroquinone).

» On en déduit

			Cal
$C^{12}H^6O^4$ sol. + Na sol.	$=$ H gaz + $C^{12}H^5NaO^4$ sol.	résorcine.....	+ 38,70
		hydroquinone.	+ 39,15
$C^{12}H^6O^4$ sol. + $NaHO^2$ sol.	$= H^2O^2$ sol. + $C^{12}H^5NaO^4$ sol.	résorcine.....	+ 6,83
		hydroquinone.	+ 7,28
C^{12} sol. (diam.) + H^5 gaz + Na sol. + O^4 gaz	$=$ hydroq. monosodée solide..		+ 125,25

» Le phénol ordinaire $C^{12}H^6O^2$ solide donnerait, pour la première réaction, $+39^{Cal},10$, et la pyrocatéchine $+44^{Cal},29$.

» Les nombres $+38^{Cal},70$ et $+39^{Cal},15$, fournis par les isomères méta et para, sont très voisins et se confondent sensiblement avec celui du phénol ordinaire, $+39^{Cal},10$. La moyenne est $+38^{Cal},98$, ou environ 39^{Cal}. Au contraire, ils sont tous bien inférieurs, de plus de 5^{Cal} à $+44^{Cal},29$.

» Ainsi l'on voit, d'une part, que lorsque les deux fonctions phénoliques sont en position méta ou para, c'est-à-dire séparées par des groupements hydrocarbonés, celle qui réagit la première se comporte comme le phénol ordinaire.

» D'autre part, lorsque les deux fonctions sont en position ortho, c'est-à-dire lorsqu'elles se touchent, il y a exagération apparente de la valeur de la première fonction qui réagit. Il doit naturellement en être ainsi si, comme je le pense, cette exagération est due à une combinaison intramoléculaire. Ces faits s'expliquent très simplement par la même hypothèse que les résultats analogues présentés par le glycol. Ils apportent des données, positives en faveur de la théorie des isomères ortho, méta et para.

» Remarquons enfin que, tandis que la pyrocatéchine est celui des trois isomères qui donne le nombre le plus élevé (+ 44,29 au lieu de + 39 environ), lorsqu'on rapporte les réactions à tous les corps séparés de l'eau, c'est, au contraire, celui qui montre l'affinité la plus faible lorsqu'on mesure cette affinité par les valeurs relatives des chaleurs de neutralisation en dissolutions étendues ($1^{éq} = 2^{lit}$). On trouve, en effet, à + 20°, + 5,96, alors que les deux isomères méta et para fournissent + 8,23 et + 7,50. Ainsi ces deux derniers composés paraissent plus acides en présence de l'eau, et moins acides que la pyrocatéchine en l'absence de l'eau. Ce fait, très frappant dans cet exemple, tient probablement à l'affinité inégale pour l'eau des trois dérivés sodés; la résorcine et l'hydroquinone monosodées se combinent au dissolvant en se formant avec plus d'énergie que la pyrocatéchine monosodée. Il en est de même du phénol ordinaire, qui donne + 7,96 pour chaleur de neutralisation par la soude en dissolutions

étendues. En fait, ces combinaisons existent à l'état solide, et j'en ai isolé plusieurs que j'étudie. C'est sans doute à une tendance analogue que le dérivé monosodé de la résorcine et surtout de l'hydroquinone, on pourrait dire aussi le phénol monopotassé, doivent la faculté de retenir de petites quantités de l'alcool dans lequel ils se sont formés. Quoi qu'il en soit, ce fait montre une fois de plus combien la comparaison des chaleurs de neutralisation est incertaine pour apprécier la *force* relative des acides et des bases, et la nécessité d'avoir recours aux réactions faites en l'absence de l'eau en préparant les sels à l'état solide, ainsi que M. Berthelot l'a souvent fait remarquer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude thermique des acides bibasiques organiques. Acides méthyl-malonique et méthyl-succinique. Influence de l'isomérie.* Note de M. G. **Massol**.

« I. Dans une Note précédente (¹), j'ai signalé ce fait, que, dans la série oxalique, la quantité de chaleur dégagée, dans la formation des sels solides diminue quand le poids moléculaire s'élève. J'avais attribué cette diminution à une action réciproque des deux groupements acides, qui s'éloignent de plus en plus (dans la série normale) à mesure que le nombre d'atomes de carbone augmente :

» *Dans l'acide oxalique, les deux groupements* CO^2H *sont juxtaposés et l'effet est maximum* (l'oxalate neutre de potasse dégage 7^{Cal} de plus que 2 molécules de formiate de potasse); *dans l'acide malonique les deux groupements* CO^2H *sont séparés par un groupe hydrocarboné et leur dépendance fonctionnelle est moindre; enfin pour l'acide succinique, l'acidité totale est un peu plus faible que celle de l'acide malonique, mais elle est supérieure de* 3^{Cal} *à celle de 2 molécules d'acide acétique.*

» Pour appuyer cette interprétation j'ai étudié quelques acides *non normaux* de la même série : l'acide méthyl-malonique (isosuccinique) et l'acide méthyl-succinique (pyrotartrique ordinaire).

» II. Les constantes thermiques que j'ai déterminées expérimentalement m'ont permis de calculer les chaleurs de formation des méthyl-malonates acide et neutre de potasse, du méthyl-malonate neutre de soude, ainsi que celles des pyrotartrates neutre et acide de potasse.

(¹) *Étude thermique des acides organiques bibasiques à fonctions simples* (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 1062).

» Acide méthyl-malonique :

				Cal
$C^4H^6O^4$ sol.	+ K OH sol.	= $C^4H^5O^4K$ sol.	+ H^2O sol......	+ 28,16
$C^4H^5O^4K$ sol.	+ K OH sol.	= $C^4H^4O^4K^2$ sol.	+ H^2O sol......	+ 20,76
$C^4H^6O^4$ sol.	+ 2 K OH sol.	= $C^4H^4O^4K^2$ sol.	+ 2 H^2O sol.....	+ 49,12
$C^4H^6O^4$ sol.	+ 2 Na OH sol.	= $C^4H^4O^4Na^2$ sol.	+ 2 H^2O sol.....	+ 40,50

» Acide méthyl-succinique :

				Cal
$C^5H^8O^4$ sol.	+ K OH sol.	= $C^5H^7O^4K$ sol.	+ H^2O sol........	+ 24,85
$C^5H^7O^4K$ sol.	+ K OH sol.	= $C^5H^6O^4K^2$ sol.	+ H^2O sol........	+ 20,33
$C^5H^8O^4$ sol.	+ 2 K OH sol.	= $C^5H^6O^4K^2$ sol.	+ 2 H^2O sol.......	+ 45,18

» III. Si l'on compare les nombres ainsi obtenus avec ceux que j'ai déterminés pour l'acide malonique et les succinates acides de potasse et de soude, et ceux de M. Chroustchoff pour les succinates neutres de potasse et de soude :

	Acide malonique.	Acide méthyl-malonique.	Acide succinique.	Acide méthyl-succinique.
	Cal	Cal	Cal	Cal
1er K OH......	+ 27,87	+ 28,16	+ 26,26	+ 24,85
2e K OH......	+ 20,70	+ 20,96	+ 20,14	+ 20,33
Sel neutre.....	+ 48,57	+ 49,12	+ 46,40	+ 45,18
1er Na OH.....	+ 25,86	»	+ 20,19	»
2e Na OH......	+ 15,60	»	+ 19,83	»
Sel neutre.....	+ 41,46	+ 40,5	+ 40,02	»

on peut constater :

» 1° Que l'acide méthyl-malonique ou iso-succinique dégage plus de chaleur que son isomère l'acide succinique, et qu'il se rapproche de l'acide malonique;

» 2° Que l'acide méthyl-succinique ou pyrotartrique ordinaire dégage autant de chaleur que l'acide succinique;

» 3° Ces faits me paraissent résulter de ce que, dans ces acides pris deux à deux, l'écartement des deux groupes CO^2H est le même

Ac. malonique.	Ac. méthyl-malonique.	Ac. succinique.	Ac. méthyl-succinique.
		CO^2H	CO^2H
CO^2H	CO^2H	CH^2	$CH-CH^3$
CH^2	$CH-CH^3$	CH^2	CH^2
CO^2H	CO^2H	CO^2H	CO^2H

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un produit d'oxydation de l'amidon.* Note de M. **P. Petit**.

« En malaxant 4 parties de fécule à 20 pour 100 d'eau avec 5 parties d'acide nitrique pur du commerce, on obtient une matière gommeuse, qui, maintenue à 40° pendant quelques jours, se gonfle, se colore en vert, et finit par fournir une substance poreuse, très volumineuse, blanche, avec une perte de poids considérable : 100gr de fécule et 125gr d'acide nitrique donnent 100gr de ce produit.

» La matière ainsi obtenue est blanche, mais se colore en jaune rouge par la simple dessiccation à 100°; elle dégage alors des vapeurs rutilantes; elle contient en moyenne 6 pour 100 d'azote nitrique. En la traitant par l'eau, il se dégage de l'acide carbonique, puis des vapeurs nitreuses; en chauffant, cette production de gaz est très abondante; la dissolution est presque complète en laissant seulement quelques flocons gommeux de fécule nitrée.

» En remplaçant l'eau par l'alcool, le dégagement gazeux est moins intense, du moins à froid, mais la solution est moins complète : environ $\frac{1}{3}$ se dissout avec l'alcool froid, la moitié avec l'alcool chaud, mais dans ce dernier cas on observe une production de gaz très violente.

» Une solution alcoolique froide précipite par l'éther une substance blanche, gommeuse, se liquéfiant au contact de l'air dans le vide sec. Elle devient compacte et sa solubilité dans l'alcool diminue, jusqu'à devenir à peu près nulle à froid; la solution dans l'alcool bouillant se trouble dès qu'on cesse de chauffer.

» La substance purifiée par redissolution dans l'eau et précipitation à l'alcool, jusqu'à ce qu'elle ait une composition constante, donne à l'analyse, en centièmes :

		Calculé pour $C^6H^6O^6$.
C	41,1	41,09
H	4,2	4,1
Az	0	0
O	54,7	54,8

» Ce corps se dissout très aisément dans l'eau; la solution acide est fortement dextrogyre, réduit le nitrate d'argent ammoniacal à froid et la

liqueur de Fehling :

$\alpha_j = +152°,8$, pouv. réducteur = 24,2 p. 100 en glucose.

» Cet acide, dissous dans l'eau, est traité par la baryte titrée devant le phénolphtaléine; on obtient une coloration quand on a employé 32,1 pour 100 de baryum, c'est-à-dire la quantité répondant au sel $(C^5H^5O^5)^2Ba$. Cette coloration persiste si l'on sépare immédiatement le précipité du liquide surnageant; sinon, le précipité se redissout partiellement en liquide jaunet, et l'on n'obtient de coloration persistante qu'avec 49,5 pour 100 de baryum environ.

» L'acide $C^5H^6O^5$, projeté en poudre fine dans une solution concentrée d'acétate de phénylhydrazine, donne vers 60°-70° une hydrazone cristallisant d'une manière rudimentaire en aiguilles dans l'eau bouillante, fondant déjà vers 100° en se décomposant; elle renferme 11,8 pour 100 d'azote et répond à l'hydrazone $C^5H^6O^4(Az^2HC^6H^5)$ de l'acide précédent.

» Cet acide, insoluble dans l'alcool froid, se transforme de nouveau en produit soluble en le faisant bouillir longtemps avec de l'eau, ou en quelques minutes par les acides minéraux dilués, c'est-à-dire par fixation d'eau.

» La solution alcoolique froide employée comme matière première précipite abondamment par l'ammoniaque alcoolique ou par un courant de gaz ammoniac. En ajoutant peu à peu la solution alcoolique froide à de l'ammoniaque alcoolique, celle-ci restant en grand excès, et broyant le précipité au sein même du liquide, on obtient un produit jaunâtre, ayant une composition constante, amorphe, déliquescent, en donnant avec l'eau une solution presque brune. Son analyse donne :

		Calculé pour $C^5H^5O^5(AzH^4)$.
C	36,85	36,8
H	5,7	5,5
Az	8,6	8,6
O	48,85	49,1

» C'est donc le sel ammoniacal de l'acide précédent. En employant un courant de gaz ammoniac, on obtient des produits de composition variable, l'acide étant plus ou moins complètement saturé; une fois par hasard on a cependant trouvé le sel $C^5H^7O^6(AzH^4)$ répondant à l'acide $C^5H^8O^6$ qui dérive du précédent par fixation d'eau. D'ailleurs tous ces produits, plus ou moins saturés, traités par la quantité théorique de HCl et l'acétate de phénylhydrazine donnent à 60-70° une hydrazone ayant, d'après l'analyse,

la composition de $C^5H^8O^5(Az^2HC^6H^5)$. Dans ce vide sec elle perd de l'eau après plusieurs semaines, contient 11,8 pour 100 d'azote et répond à l'hydrazone de l'acide $C^5H^6O^5$.

» En traitant la solution alcoolique froide par la potasse alcoolique ou par le carbonate de cadmium, on a obtenu les sels correspondants, amorphes, mais dont l'analyse répond aux sels de l'acide $C^5H^8O^6$. D'ailleurs tous les sels de cet acide ont été obtenus amorphes.

» L'acide $C^5H^6O^5$, inverti par une quantité calculée d'acide sulfurique, puis traité par l'eau de baryte, n'est plus saturé que par 29,7 pour 100 de baryum, si l'on admet que l'inversion fixe sur lui une molécule d'eau; or le sel $(C^5H^7O^6)^2Ba$ exige 29,5 pour 100 de baryum; il y a d'ailleurs, comme dans le sel $(C^5H^5O^5)^2Ba$, décomposition ultérieure du sel formé. On peut donc admettre qu'il y a passage au corps $C^5H^8O^6$ par fixation d'eau. Les constantes de cet acide seraient

$$\alpha_j = +130^\circ,2, \qquad \text{pouv. réducteur} = 21,7 \text{ pour 100 en glucose.}$$

» On obtient donc deux acides en C^5. Ces deux acides sont évidemment dérivés d'autres acides en C^6, comme le témoigne le dégagement de CO^2 qui accompagne la dissolution de la matière première; je me propose de continuer leur étude ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons organo-métalliques des acétones aromatiques.* Note de MM. **E. Louise** et **Perrier**, présentée par M. Friedel.

« Nous nous proposons, dans cette Communication, de faire connaître une propriété nouvelle des acétones aromatiques : celle de se combiner aux chlorures métalliques anhydres pour donner des composés solides de couleurs diverses : rouges, vertes, brunes, etc., quelquefois amorphes, mais le plus souvent cristallisés.

» Ces combinaisons se forment en chauffant à reflux, à la température de 40° environ, l'acétone dissoute dans le sulfure de carbone, et en ajoutant peu à peu une molécule de chlorure anhydre, chlorure d'aluminium ou chlorure ferrique. On recueille, après refroidissement et repos plus ou

(1) Laboratoire de Chimie agricole (Faculté des Sciences de Nancy).

moins long de la liqueur, un produit solide qui représente une combinaison de l'acétone avec le chlorure métallique.

» Ces composés, comme il est facile de le prévoir, sont altérables à l'air humide, moins cependant que le chlorure métallique qui entre dans leur composition; ils peuvent être conservés dans l'air sec.

» Ces combinaisons se forment généralement mieux avec les acétones à l'état naissant qu'avec des produits déjà formés; ainsi, par exemple, tandis que le *benzoylmésitylène* dissous dans le sulfure de carbone donne avec le chlorure d'aluminium un produit brun paraissant amorphe, on obtient, au contraire, des cristaux volumineux quand on donne naissance à cette acétone par la méthode de MM. Friedel et Crafts, appliquée à basse température, le mésitylène et le chlorure de benzoyle étant dissous dans le sulfure de carbone.

» Cette remarque nous paraît avoir un intérêt tout spécial : puisque les acétones, en effet, prennent naissance en présence du chlorure d'aluminium, et que ce dernier jouit, en outre, dans les conditions indiquées plus haut de la propriété de se combiner avec certaines acétones au fur et à mesure de leur formation, pour donner des produits solides le plus souvent cristallisés, il devient alors facile d'isoler, parmi ces derniers, celui qui se forme avant les autres, et par suite l'acétone correspondante.

» On pourra donc connaître ainsi un grand nombre d'acétones prévues, qui, jusqu'à présent, n'avaient pu être obtenues, sans doute à cause des nombreux cas d'isomérie qui se présentent lorsqu'on fait agir un chlorure d'acide gras ou aromatique sur un hydrocarbure aromatique possédant un ou plusieurs noyaux.

» Nous citerons seulement, pour exemple, la préparation d'une acétone nouvelle, la *benzoylrétène*.

» On chauffe 1 molécule de *rétène* et 1 molécule de chlorure de benzoyle dissous dans le sulfure de carbone, en ajoutant peu à peu du chlorure d'aluminium. Au bout de trente heures environ d'ébullition à reflux, la réaction est terminée; par refroidissement de la liqueur, on obtient des cristaux rouges en abondance.

» Ces derniers, détruits par l'eau, donnent une matière organique solide, qui, après dissolution dans la ligroïne, fournit une cristallisation parfaitement homogène. Ces cristaux fondent à 114° et leur analyse correspond à celle d'un benzoylrétène; d'autres isomères possibles sont sans doute dans la liqueur, mais nous ne les avons pas isolés jusqu'à présent.

» L'un de nous, à l'aide de la méthode de MM. Friedel et Crafts, mais en passant par l'intermédiaire des nouveaux composés, a obtenu un grand nombre d'acétones nouvelles, toutes bien cristallisées, dont il se réserve l'étude; ces produits ont été préparés en faisant réagir des chlorures d'acides gras ou aromatiques sur l'*anthracène*, le *phénanthrène*, l'*acénaphtène*, le *fluorène*, le *stilbène*, le *diphényle*, le *naphtalène*, le *mésitylène*, etc.

» Nous nous proposons de rechercher aussi si d'autres sels métalliques hologénés jouissent des mêmes propriétés que les chlorures d'aluminium et de fer, et de voir quels sont parmi les isomères possibles les acétones qui de préférence donnent des combinaisons organométalliques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés chlorés des isobutylamines.* Note de M. A. Berg, présentée par M. Friedel.

« J'ai obtenu ces dérivés par la même méthode qui m'a permis de préparer les composés correspondants des amylamines [1].

» Le dosage du chlore y a été fait également, comme pour ces derniers, au moyen de la soude alcoolique.

» *Monochlorisobutylamine* $Az \begin{cases} C^4H^9 \\ H \\ Cl \end{cases}$. — On traite le chlorhydrate d'isobutylamine en solution neutre par une solution neutre d'hypochlorite de soude contenant 1 molécule de chlore pour 1 molécule de chlorhydrate. Il se sépare une couche supérieure incolore que l'on décante, que l'on lave à l'eau et que l'on sèche sur le sulfate de soude anhydre.

» C'est un liquide huileux, sensiblement incolore, d'odeur et de saveur extrêmement piquantes. Sa densité à 0° est 0,986. Il est très peu stable et se prend en une masse cristalline au bout de quelques heures. Il a cependant une stabilité plus grande que celle du dérivé amylique correspondant, car on peut le porter à l'ébullition sans décomposition immédiate.

» Le dosage du chlore a donné le nombre 33,33 au lieu de 33,02 qu'exige la théorie.

» L'acide sulfurique à 25 pour 100 le dédouble en dichloroisobutylamine et isobutylamine.

» L'acide chlorhydrique dirigé dans une solution éthérée de ce corps

---

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 862.

donne du chlorhydrate de diisobutylamine et un dégagement de chlore

$$Az\begin{cases} C^4H^9 \\ H \\ Cl \end{cases} + 2HCl = Az\begin{cases} C^4H^9 \\ H \\ H \end{cases} .HCl + Cl^2.$$

» Cette réaction, qui s'applique aux autres dérivés chlorés d'ammoniaques composées ainsi qu'au chlorure d'azote, montre bien que dans ces corps le chlore est directement uni à l'azote.

» *Dichloroisobutylamine* $Az\begin{cases} C^4H^9 \\ Cl \\ Cl \end{cases}$. — On l'obtient en distillant, suivant le procédé de Tcherniac, le chlorhydrate d'isobutylamine avec dix fois son poids de chlorure de chaux en bouillie épaisse.

» La dichloroisobutylamine passe dans les premières portions de liquide distillées.

» Le liquide jaunâtre obtenu est lavé avec une solution d'hyposulfite de soude pour lui enlever le chlore, puis avec de l'acide sulfurique d'abord à 25 pour 100, ensuite à 50 pour 100, afin de détruire entièrement le dérivé monochloré qui l'accompagne et qui le rend instable.

» La dichloroisobutylamine est un liquide jaune d'or, d'une odeur forte, irritante, chlorée. Sa densité à 0° est 1,093. Elle distille sans altération dans le vide à 37°, sous une pression de 24^{mm}.

» L'acide chlorhydrique en solution éthérée la transforme, avec dégagement de chlore, en chlorhydrate d'isobutylamine.

» *Chlorodiisobutylamine* $Az\begin{cases} C^4H^9 \\ C^4H^9 \\ Cl \end{cases}$. — On ajoute à une solution neutre de chlorhydrate de diisobutylamine une solution également neutre d'hypochlorite de soude. La couche surnageante est séparée, lavée à l'hyposulfite de soude, puis à l'acide sulfurique, séchée sur le sulfate de soude anhydre et distillée dans le vide.

» On obtient ainsi un liquide huileux, incolore, d'odeur faible, désagréable, d'une saveur fade, térébenthinée et chlorée. Sa densité à 0° est 0,891. Contrairement au dérivé amylique correspondant, il ne se solidifie pas à — 40°.

» Ce corps se détruit lentement en laissant déposer des cristaux. Il bout à 61°, sous la pression réduite de 19^{mm}, et vers 163°, mais avec décomposition à la pression ordinaire.

» Le dosage du chlore a donné $Cl = 22,12$ pour 100 au lieu du chiffre théorique 21,71.

» L'acide chlorhydrique agit comme sur les autres dérivés en régénérant le chlorhydrate de diisobutylamine.

» *Action de la soude alcoolique sur la chlorodiisobutylamine; isobutylisobutylidènamine* $Az\begin{array}{l}\diagup C^4H^9\\ \diagdown\!\!\diagdown C^4H^8\end{array}$. — On traite le dérivé chloré par une solution alcoolique de soude. On abandonne le mélange à froid pendant quelques heures, pendant lesquelles il se dépose du chlorure de sodium, et l'on termine la réaction au réfrigérant ascendant. On distille l'alcool, on traite le résidu par l'eau et on sépare le liquide insoluble. Ce dernier, soumis à la distillation, passe en grande partie entre 130° et 140°. La portion 130°-135° est formée en majeure partie d'isobutylisobutylidènamine mélangée d'un peu de diisobutylamine. La réaction est

$$Az\begin{array}{l}\diagup C^4H^9\\ - C^4H^9\\ \diagdown Cl\end{array} + NaOH = NaCl + H^2O + Az\begin{array}{l}\diagup C^4H^2\\ \diagdown\!\!\diagdown C^4H^8\end{array}.$$

» Le dosage d'azote donne 11,46 pour 100, la théorie exigeant 11,02. Ce composé ne donne pas directement la réaction des aldéhydes avec la solution sulfureuse de fuchsine; mais, si on le distille avec un excès d'acide chlorhydrique, il passe à la distillation un mélange d'eau et d'aldéhyde isobutylique qui donne nettement cette réaction

$$Az\begin{array}{l}\diagup C^4H^9\\ \\ \diagdown\!\!\diagdown C^4H^8\end{array} + HCl + H^2O = Az\begin{array}{l}\diagup C^4H^9\\ - H\\ \diagdown H\end{array} . HCl + C^4H^8O.$$

» Cette base peut être facilement obtenue en mélangeant molécule à molécule l'isobutylamine à l'aldéhyde isobutyrique. Il y a échauffement et séparation d'eau. La couche supérieure étant séchée sur la potasse et distillée fournit la base pure, qui bout à 130°-131° sous 760^{mm}.

» *Action du cyanure de potassium sur la chlorodiisobutylamine : diisobutylcyanamide* $Az\begin{array}{l}\diagup C^4H^9\\ - C^4H^9\\ \diagdown CAz\end{array}$. — Le dérivé chloré en solution alcoolique est additionné d'une solution aqueuse très concentrée de cyanure de potassium et chauffé au réfrigérant ascendant pendant quelques heures. Après avoir chassé l'alcool par distillation, on ajoute de l'eau, on sépare la couche

surnageante et on la lave à l'acide chlorhydrique faible. Le liquide distillé dans le vide passe à 116°-117° et fournit la cyanamide pure.

» C'est un liquide huileux, insoluble dans l'eau, ayant une odeur particulière aromatique, et des propriétés basiques très faibles. Il se dissout dans l'acide chlorhydrique concentré, mais est précipité de cette solution par l'addition d'eau.

» L'acide chlorhydrique, vers 130°, le décompose en acide carbonique, ammoniaque et diisobutylamine reconnaissable à son oxalate acide presque insoluble dans l'eau.

» Cette décomposition vérifie la formule donnée plus haut, qui s'accorde avec l'analyse du corps [1]. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur les ptomaïnes dans quelques maladies infectieuses*. Note de M. **A.-B. Griffiths**.

« La méthode qui m'a permis d'extraire les ptomaïnes urinaires dans quelques maladies infectieuses a déjà été décrite dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXIII, p. 656.

» I. *Morve*. — La morve est une maladie infectieuse à un haut degré qui sévit sur les chevaux, les mulets et les ânes. Elle se développe chez l'homme par contagion directe.

» MM. Bouchard, Capitan et Charrin [2], et MM. Loeffler et Schütz ont démontré l'origine bactérienne de cette maladie. Mais les caractères spécifiques ont été, depuis, minutieusement établis dans des travaux de Kitt [3], Weichselbaum [4] et surtout dans un Mémoire de Loeffler [5] où l'on trouvera tous les détails relatifs à la morve expérimentale [6].

» J'ai extrait une ptomaïne des urines des morveux. Cette base est une substance blanche, cristalline, soluble dans l'eau, à réaction alcaline. Elle forme un chlorhydrate, un chloroplatinate et un chloraurate cristallisés; elle donne un précipité verdâtre avec l'acide phosphotungstique,

(1) Travail fait au laboratoire de M. Duvillier (Faculté des Sciences de Marseille).

(2) *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1882

(3) *Jahresbericht der München Thiesarsneich.*, 1883-1884.

(4) *Wiener medicinische Wochenschrift*, 1885.

(5) *Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte*, 1886.

(6) Voir aussi l'Ouvrage *Researches on Micro-Organisms*, par A.-B. Griffiths, pp. 15, 258 (Baillière and Cᵉ, à Londres).

blanc brunâtre avec l'acide phosphomolybdique, jaune avec l'acide picrique. Elle est aussi précipitée par le réactif de Nessler.

» Les analyses de cette base ont donné les résultats suivants :

Substance employée	0gr,384
CO^2	0gr,815
H^2O	0gr,126
Substance employée	0gr,390
Volume d'azote	31cc,2

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $C^{15}H^{10}Az^2O^6$.
Carbone	57,88	»	57,32
Hydrogène	3,64	»	3,18
Azote	»	9,22	8,92
Oxygène	»	»	30,57

» Ces résultats assignent la formule $C^{15}H^{10}Az^2O^6$ à cette ptomaïne.

» Cette base est vénéneuse. Une solution de cette ptomaïne (dans l'eau stérilisée), injectée sous la peau d'un lapin, produit un abcès au point d'injection, des nodules spéciaux dans les poumons et la rate, des abcès métastatiques dans divers organes, et finalement la mort.

» Je crois que cette ptomaïne est le véritable poison dans la morve ; le *Bacillus mallei* produit aussi la même ptomaïne quand il a grandi dans les cultures pures.

» II. *Pneumonie*. — La ptomaïne qu'on extrait des urines des pneumoniques est une substance blanche, qui cristallise en aiguilles microscopiques solubles dans l'eau, à réaction alcaline. Elle forme un chloroplatinate, un chloraurate et un chlorhydrate; elle donne un précipité blanc avec l'acide phosphotungstique, blanc jaunâtre avec l'acide phosphomolybdique. Le réactif de Nessler donne un précipité brunâtre.

» L'acide picrique produit avec cette ptomaïne un précipité jaune, et le picrate ainsi formé est légèrement soluble.

» Les analyses de cette base ont donné les résultats suivants :

	gr
Substance employée	0,1034
CO^2	0,2643
H^2O	0,07215
Substance employée	0,1032
Volume d'azote	7cc,787

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $C^{20}H^{26}Az^2O^3$.
Carbone	69,98	»	70,17
Hydrogène	7,77	»	7,60
Azote	»	8,61	8,19
Oxygène	»	»	14,04

» Ces résultats répondent à la formule $C^{20}H^{26}Az^2O^3$.

» Le pouvoir rotatoire spécifique (¹) pour la raie D est

$$[a]_D = +23°,5.$$

» Ces deux ptomaïnes ne se rencontrent pas dans les urines normales; elles sont donc bien formées dans l'économie au cours de ces maladies infectieuses. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la dioptase du Congo français.* Note de M. A. **Lacroix**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« M. Des Cloizeaux a signalé, en 1862, l'existence de petits cristaux de *dioptase* parmi les minerais de cuivre, provenant de la rivière du Gabon. Depuis lors, M. Thollon a envoyé au Museum des échantillons du même minéral, recueillis par lui au Congo français. M. Jannettaz les a brièvement décrits en 1890, et a signalé, dans l'un d'eux, des cristaux d'argent natif associés à de la calcite.

» M. Thollon a bien voulu me confier une série de superbes cristaux qu'il vient de rapporter d'une nouvelle exploration, dans les environs de Brazzaville.

» Contrairement aux premiers échantillons, ces cristaux sont d'une fraîcheur parfaite. Ils atteignent parfois 3^{cm} de plus grande dimension. Leurs formes les plus habituelles sont $p(10\bar{1}1)$, d^1 $(11\bar{2}0)$, ($pp = 95°50'$ env.). Plus rarement, ils présentent en outre les faces hémiédres $\frac{1}{2}d^3\left[\pi(31\bar{4}2)\right]$, presque toujours accompagnées de $\frac{1}{2}e_2\left[\pi(12\bar{3}2)\right]$. Enfin, j'ai observé rarement les faces $b^1(01\bar{1}2)$ et le prisme $e^2(10\bar{1}0)$, qui n'a pas encore été signalé dans cette espèce minérale.

» Les faces de la zone verticale sont généralement très striées. Il existe

(¹) La ptomaïne fut dissoute dans l'eau.

sans doute des prismes dodécagonaux qui ne peuvent pas être mesurés avec précision.

» La plupart des cristaux sont très allongés suivant l'axe vertical, bien que, dans quelques échantillons, les cristaux soient presque réduits aux faces rhomboédriques. Les stries et toutes les propriétés de la dioptase de ce gisement sont celles qui sont bien connues dans les cristaux de l'Oural. La caractéristique de la dioptase du Congo consiste dans la nature polysynthétique de ses cristaux. La plupart d'entre eux, en effet, sont constitués par des groupements à axes plus ou moins parallèles d'un nombre considérable d'individus. Leurs sommets à arêtes dentelées font penser à certains cristaux de quartz du Valais.

» Ces cristaux, lorsqu'ils sont allongés suivant l'axe vertical, ont une tendance à constituer des masses flabelliformes.

» L'examen des propriétés optiques m'a donné des résultats intéressants sur lesquels je reviendrai prochainement. Le minéral présente des groupements intérieurs, identiques à ceux de l'aragonite. Dans les sections perpendiculaires à l'axe vertical, on constate une division en trois secteurs de 120°; la bissectrice aiguë *positive* est parallèle à l'axe vertical du cristal; le plan des axes optiques est parallèle à la grande diagonale de chaque secteur. L'écartement des axes est variable; il atteint (2E) 25°. Bien que les secteurs aient souvent des contours nets, on observe par places de nombreux enchevêtrements irréguliers. J'ai pu obtenir sur un prisme qui m'a été taillé par M. Werlein les indices suivants (lumière du sodium) :

$$\omega = 1{,}644, \qquad \varepsilon = 1{,}697.$$

» Les cristaux sont le plus souvent vert émeraude et transparents. Quelques-uns, seulement translucides, sont vert malachite. Enfin il existe des variétés d'un vert presque noir, rappelant la couleur de l'atacamite d'Australie. Le polychroïsme est extrêmement net.

» D'après les indications qu'a bien voulu me donner M. Thollon, la dioptase se trouve dans deux gisements distincts aux environs de Mindouli (à deux heures de marche à l'est de Comba, sur la route de Brazzaville). Le premier gisement, qui a fourni les échantillons décrits par M. Jannettaz, se trouve sur la rive gauche d'un petit ruisseau dans lequel la plupart des échantillons ont été recueillis. Ils proviennent d'exploitations des indigènes qui en retirent de la *cuprite*, de l'*azurite* et de la *malachite* qui leur servent à la fabrication du cuivre. On y rencontre, en outre,

un peu de galène et de chrysocolle. Quant à la calcite et à l'argent natif, ce sont des minéraux de formation postérieure à la dioptase.

» Le deuxième gisement d'où proviennent les échantillons, riches en faces, que j'ai étudiés se trouve au nord du village de Mindouli, à environ 450^m d'altitude.

» La constitution géologique de la région n'a pu être précisée. Il y existerait des îlots de calcaires, non fossilifères, à stratification horizontale, dont les relations avec les filons quartzeux n'ont pu être établies par M. Thollon.

» Dans les deux gisements, la dioptase se trouve en blocs isolés au milieu d'une argile ferrugineuse rouge, avec des blocs de quartz provenant de la démolition des filons quartzeux. La dioptase imprègne le quartz, y forme des filonnets, ou tapisse les fentes de fragments de calcaire; elle est souvent recouverte par des cristaux bipyramidés de quartz de nouvelle génération et plus rarement par de petits cubes de *fluorine* jaune.

» La dioptase existe également dans les mines de cuivre de Boukou Shongho, à trois journées sud-ouest de Mindouli. M. Thollon a vu, entre les mains d'un agent de l'État du Congo, un échantillon du même minéral, provenant des environs de Katanga, au sud de Stanley Falls.

» Le Congo semble donc extrêmement riche en dioptase, qui, jusqu'à ce jour, était considérée comme une rareté minéralogique, localisée dans un petit nombre de localités. Il est à souhaiter que les nouvelles explorations de M. Thollon viennent nous éclairer sur les conditions du gisement de cette intéressante substance. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur la filtration de l'eau par les Mollusques et applications à l'Ostréiculture et à l'Océanographie* (1). Note de M. H. VIALLANES, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'eau de mer, qui tient toujours en suspension des particules solides se clarifie avec une rapidité surprenante quand, dans le vase qui la contient, on place une Huître ou une Moule. Ces animaux, en effet, dès qu'ils sont plongés dans leur milieu naturel, établissent un rapide courant d'eau entre leurs valves écartées; parmi les particules que ce courant entraîne, les unes sont aglutinées en volumineux grumeaux, par une sécrétion mu-

(1) Travail fait à la Station zoologique d'Arcachon.

queuse du manteau, puis aussitôt rejetées; les autres traversent le tube digestif pour être ensuite expulsées sous forme d'excréments solides. Il en résulte qu'au bout d'un temps souvent très court, le Mollusque a filtré l'eau ambiante. M'étant proposé de déterminer comparativement le volume d'eau que pouvaient filtrer dans un même temps l'Huître française, l'Huître portugaise et la Moule, placées dans des conditions identiques, j'ai eu recours au procédé suivant : sur le fond d'un bac dans lequel circule un courant d'eau, sont placés un certain nombre de cristallisoirs; les uns reçoivent les animaux en expérience, les autres servent de témoins et permettent de faire la part des précipitations produites sous la seule action de la pesanteur. Au bout d'un certain nombre de jours, les matières précipitées dans chaque cristallisoir sont recueillies desséchées, puis pesées. Les chiffres obtenus, corrigés par soustraction du poids des matières mécaniquement précipitées, sont proportionnels au volume d'eau filtré par chaque animal. Cette expérience, que j'ai répétée dans des conditions variées, tantôt avec l'eau relativement limpide des chenaux du bassin d'Arcachon, tantôt avec celle plus troublée qu'on recueille sur le bord, m'a donné des résultats toujours comparables et qui peuvent se formuler ainsi : tandis qu'une Huître française de dix-huit mois filtre 1^{lit}, une portugaise du même âge en filtre 5,5 et une Moule de taille moyenne 3. Ajoutons que cette différence d'activité entre françaises et portugaises s'accentue, au profit de ces dernières, dans des proportions considérables quand on s'adresse à des animaux plus âgés.

» Au point de vue ostréicole, ces résultats ont une grande importance; ils expliquent la cause du dépérissement des huîtres dont les parqueurs se plaignent depuis quelques années et en indiquent le remède. Il y a dix ans environ s'est introduite à Arcachon la pratique qui consiste à soutenir les digues des parcs à l'aide de clayonnages de bruyère; ces derniers n'ont point tardé à se couvrir d'une population de Moules qui, pour le bassin, peut être estimée à plus de trois milliards.

» Ces animaux, dont l'importance commerciale est nulle, font aux Huîtres une concurrence que personne ne soupçonnait, puisque à eux seuls ils dépouillent de toutes particules nutritives un volume d'eau qui en contenait assez pour alimenter neuf milliards d'Huîtres françaises. Si l'on veut voir ces dernières reprendre le bel état de développement qu'elles acquéraient autrefois, il faut, avant tout, et cela peut se faire sans grands frais, supprimer les Moules qui sont des bouches inutiles. Il me paraît également nécessaire d'attirer l'attention des ostréiculteurs sur ce fait que les Huîtres

portugaises consomment, pour le moins, cinq fois et demie plus d'aliments que les françaises de même âge. En présence de cette constatation, n'y aurait-il pas un réel profit à proscrire les portugaises des parcs où les françaises peuvent se développer?

» Les Huîtres, les Moules, tous les animaux ayant le même genre de vie, notamment les Ascidies, déterminent, par le procédé indiqué plus haut, la précipitation et l'agglutination de toutes les particules organiques ou minérales suspendues dans l'eau, et concourent ainsi, par leur activité propre à la formation des dépôts marins. Je me suis rendu compte de l'intensité que pouvait atteindre ce phénomène en faisant vivre ces animaux dans une eau additionnée de $0^{gr},0546$ d'argile sèche par litre; dans cette condition, souvent réalisée dans la nature, en vingt-quatre heures une Moule a précipité $1^{gr},768$ d'argile; une Huître portugaise de 18 mois $1^{gr},075$; une Huître française ([1]) du même âge $0^{gr},199$.

» Ces chiffres permettent de comprendre l'importance du rôle que les Huîtres et les Moules ont joué et jouent encore dans l'économie des mers et l'édification des continents. Ces Mollusques, qui mieux que d'autres supportent les changements de salure, constituent des colonies souvent immenses, élevées comme des barrières aux confins des eaux marines et des eaux fluviales. Ce sont des filtres puissants chargés de dépouiller ces dernières des matières solides qu'elles apportent à l'Océan.

» J'ajouterai que mes recherches expliquent certaines modifications éprouvées pendant des durées de temps très limitées par des reliefs marins; enfin elles montrent combien il serait imprudent de considérer l'épaisseur respective de deux couches, même voisines, comme un critérium du temps qu'elles ont mis à se créer. »

([1]) Il est à remarquer que, lorsque la proportion des matières terreuses suspendues dans l'eau devient plus grande, l'activité filtrante des Moules, comme aussi celle des Huîtres portugaises s'exagère dans des proportions considérables; il ne faut point s'en étonner, car on sait que c'est dans les eaux vaseuses que ces animaux trouvent les conditions les plus favorables à leur développement. Les moyens d'investigation dont je dispose sont trop restreints pour que j'aie pu doser la matière organique sécrétée par les Mollusques, à l'effet d'agglutiner les particules minérales précipitées; il me semble pourtant que le poids de celle-ci est considérable et équivaut environ aux $\frac{1}{100}$ de celui de l'argile.

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *Sur un parasite des Sauterelles.* Note de M. L. TRABUT, présentée par M. Duchartre.

« L'année dernière (15 juin), j'ai attiré l'attention de l'Académie sur un Champignon parasite des Criquets pèlerins, que je nommais *Botrytis Acridiorum;* depuis, avec raison, M. Giard a créé pour ce type le genre *Lachnidium.* Les expériences faites par M. Künckel et par moi-même ont démontré que ce parasite ne pouvait pas être propagé chez les jeunes Criquets, et que, pour la défense, on ne pouvait en aucune façon utiliser le *Lachnidium Acridiorum,* comme on utilise le *Botrytis tenella* ou *Isoria densa* pour détruire le ver blanc.

» Cette année, le *Lachnidium* atteint presque toutes les femelles parvenues sur le littoral; beaucoup présentent des anneaux complètement déformés et couverts d'une épaisse couche de spores; dans ces conditions, la ponte se fait mal, bien des œufs sont déposés sur le sol.

» La vitalité des Sauterelles atteignant le Tell cette année est certainement amoindrie; le parasite est-il la cause de cet état pathologique ou bien envahit-il des organismes moins résistants? Il est probable que le parasite hâte le dépérissement de Sauterelles ayant déjà pondu plusieurs fois.

» Dans les lieux de ponte, sur le littoral, beaucoup d'observateurs ont constaté, cette année, que les coques ovigères étaient détruites très rapidement par une larve de Mouche. M. Bergon, ancien élève de l'École d'Agriculture de Rouïbe, m'a envoyé, le 25 mai, des larves et des pupes provenant de pontes faites à Gouraya et qui deviennent actuellement la proie des Diptères. Les mêmes larves détruisant les pontes m'ont été adressées de Montebello par M. Toussaint Habeneck, et de Cheragas par M. Bordo. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *La vaccination tuberculeuse chez le chien.* Note de MM. J. HÉRICOURT et CH. RICHET.

« Dans une Note précédente [1], nous avons montré que des chiens inoculés avec de la tuberculose aviaire devenaient résistants à l'inoculation

[1] *Comptes rendus*, 4 avril 1892, t. CXIV, n° 14, p. 854.

de tuberculose humaine. Sur quatre chiens inoculés de tuberculose humaine le 5 décembre 1891, les deux témoins sont morts le 27 décembre, soit avec une survie de 22 jours, tandis que les deux chiens inoculés antérieurement avec de la tuberculose aviaire étaient vivants le 19 avril. Ces deux chiens vaccinés, qui avaient reçu exactement la même dose de tuberculose humaine que les deux chiens témoins, étaient ce jour-là en bonne santé. Alors nous en sacrifiâmes un qui, malgré un bon état de santé générale, avait une périarthrite fongueuse des deux articulations du poignet et une arthrite de l'articulation coxo-fémorale. A l'autopsie, nous constatâmes des lésions tuberculeuses du poumon en voie de régression par sclérose fibreuse. L'autre chien est encore vivant aujourd'hui et en parfait état de santé, gagnant 3^{kg} de poids six mois après l'inoculation de tuberculose humaine.

» Cette expérience, très nette, avait le grave défaut de porter sur un trop petit nombre de sujets. Nous l'avons donc répétée sur un grand nombre de chiens, et nous sommes heureux de pouvoir dire qu'elle a parfaitement réussi.

» Le 14 avril, nous inoculons avec de la tuberculose humaine 8 chiens; 4 témoins et 4 chiens vaccinés antérieurement par trois inoculations successives de tuberculose aviaire. La culture tuberculeuse, datant de 45 jours, fut injectée dans la veine saphène, à la dose de 1^{cc} de culture.

» Les 4 témoins sont tous morts, avec une survie de 18, 21, 30 et 45 jours.

» Les 4 vaccinés sont vivants et en parfaite santé, comme l'indique le Tableau suivant :

Chiens.	Poids le 14 avril.	Poids le 3 juin.	Poids pour 100 le 3 juin.
N° 1. Griffon	$10^{kg},500$	$10^{kg},750$	102
N° 2. Terrier	11,500	12,300	106
N° 3. Chien de chasse	13,000	15,000	115
N° 4. Barbet	14,000	16,300	116
		Moy...	110

» En réalité, le nombre des chiens vaccinés et ayant résisté est plus grand encore; car, ce même jour, nous inoculâmes 3 autres chiens ayant reçu de la tuberculose aviaire, soit dans le péritoine, soit dans la saphène, mais une seule fois, et ces chiens ont survécu, présentant le 3 juin les

poids suivants :

Chiens.	Poids le 14 avril.	Poids le 3 juin.	Poids pour 100 le 3 juin.
	kg	kg	
N° 5. Mâtin	10,400	10,000	96
N° 6. Chienne de chasse	15,000	13,300	89
N° 7. Terrier	12,300	10,500	84
		Moy.	90
		Moy. génér.	101

» A ces sept chiens, nous devons ajouter les deux chiens de l'expérience déjà publiée, ce qui nous donne le total de neuf chiens vaccinés ayant survécu tous les neuf.

» Le nombre réel des témoins est aussi plus considérable que celui que nous venons de donner. En effet, dans la première expérience du 5 décembre, dans une autre faite le 10 janvier, et dans la troisième faite le 14 avril, nous avons inoculé avec de la tuberculose humaine 21 chiens non vaccinés. Sur ces 21 chiens, il y a eu dix témoins et onze chiens traités, postérieurement à l'inoculation, par différents procédés thérapeutiques. Ces procédés thérapeutiques ont été, il faut bien le reconnaître, absolument inefficaces; mais nous pouvons admettre qu'ils n'ont pas hâté la maladie. En effet, tous les phénomènes sont restés les mêmes chez les chiens témoins et chez les chiens traités, comme l'indique le Tableau suivant.

Chiens témoins.

Nos.	Poids initial.	Poids final.	Poids final pour 100.	Survie en jours.
1. Boule	11,000	?	?	22
2. Terrier	14,000	?	?	22
3. Caniche	10,900	8,600	78	15
4. Boule	8,400	7,300	87	30
5. Mâtin	10,200	6,900	67	50
6. Chienne terrier.	10,600	7,300	69	19
7. Terrier	5,000	5,000	100	18
8. Chienne boule	20,400	11,500	56	45
9. Terrier	9,300	6,200	68	30
10. Boule	14,500	9,600	64	21
		Moyenne	74	27

Chiens traités.

Nos.		Poids initial.	Poids final.	Poids final pour 100.	Survie en jours.
11.	Terrier........	8,100	7,000	86	69
12.	Caniche.......	10,200	7,800	79	28
13.	Mâtin.........	10,000	6,800	68	54
14.	Griffon........	8,000	7,000	88	15
15.	Roquet........	7,000	5,100	73	17
16.	Terrier........	10,000	6,800	78	27
17.	Terrier........	8,100	5,400	67	33
18.	Terrier........	8,300	7,000	84	14
19.	Griffon........	9,400	7,800	83	30
20.	Chienne griffon.	4,000	3,500	87	23
21.	Caniche.......	15,700	10,400	66	26
			Moyenne.........	77	31
			Moyenne générale...	75	29

» Ainsi, la moyenne générale nous donne une durée moyenne de vingt-neuf jours, soit, en chiffres ronds, quatre semaines, pour durée de l'évolution de la tuberculose humaine chez le chien, avec une perte de poids de 25 pour 100.

» Si l'on compare cette évolution *fatale* (sans une seule exception) et rapide à la marche de la maladie chez les chiens vaccinés, on voit que la démonstration de la vaccination tuberculeuse sur le chien est désormais complètement faite et avec toute la rigueur suffisante. Sur 21 non-vaccinés, 21 morts; sur 9 vaccinés, 9 survies.

» Certes, il y a loin de là à une application quelconque à la pathologie humaine; il est cependant possible que cette vaccination tuberculeuse, démontrée maintenant au moins sur le chien, puisse diriger les médecins dans le sens d'une prophylaxie et même d'une thérapeutique efficaces. »

M. J. Morin adresse une Note sur un procédé de mesure de l'intensité des courants d'induction en thérapeutique. (Extrait.)

« Les courants induits employés en thérapeutique se succèdent en sens inverse et agitent simplement les appareils de mesure ou les laissent complètement indifférents.

» En intercalant dans le circuit induit de l'appareil d'induction un organe électromagnétique spécial, sorte de relais dont l'électro-aimant est animé par le courant d'une pile accessoire traversant le trembleur, on arrive à recueillir séparément chacun des deux courants produits à chaque mouvement du trembleur; ces courants se succèdent alors dans le même sens et agissent normalement sur les instruments de mesure. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 mai 1892.

Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. Léauté :

Maladies des voies urinaires, par Bazy. Paris, G. Masson; Gauthier-Villars et fils; in-8°.

Délire chronique, par les Drs Magnan et Sérieux. G. Masson; Gauthier-Villars et fils; in-8°.

Maladies des organes respiratoires, par le Dr Faisans. Paris, G. Masson; Gauthier-Villars et fils; in-8°.

Air comprimé ou raréfié, par A. Gouilly. Gauthier-Villars et fils; G. Masson; in-8°.

Distribution de l'Électricité. Installations isolées, par R. V. Picou. Gauthier-Villars et fils; G. Masson; in-8°.

Résistance des Matériaux, par Duquesnay. Gauthier-Villars et fils; G. Masson; in-8°.

Étude calorimétrique de la machine à vapeur, par Dwelshauvers-Dery. Gauthier-Villars et fils; G. Masson; in-8°.

Tiroirs et distributeurs de vapeur, par Madamet. Gauthier-Villars et fils; G. Masson; in-8°.

Technique d'électrophysiologie, par G. WEISS. G. Masson; Gauthier-Villars et fils; in-8°.

Analyse des vins, par le Dr MAGNIER DE LA SOURCE. Gauthier-Villars et fils; G. Masson; in-8°.

Technique bactériologique, par WURTZ. G. Masson; Gauthier-Villars et fils; in-8°.

Gynécologie, séméiologie génitale, par A. AUVARD. G. Masson; Gauthier-Villars et fils; in-8°.

Théorie du navire, par J. POLLARD et A. DUDEBOUT. Tome III : *Dynamique du navire : mouvement de roulis sur houle, mouvement rectiligne horizontal direct (résistance des carènes)*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; gr. in-8°.

Les tumeurs de la vessie, par I. ALBARAN. Paris, Steinheil, 1892; in-4°. (Présenté par M. Ranvier.)

Annuaire de la Marine pour 1892. Paris, Berger-Levrault, 1892; in-4°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1890-1891. Rouen, E. Cagniard, 1892; gr. in-8°.

Cinquantième anniversaire de la fondation de l'Académie royale de Médecine de Belgique. Rapports sur les travaux de l'Académie pour la période 1866-1891. Bruxelles, 1891; in-4°.

Archives du musée Teyler; série II, vol. III. 7e Partie. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; in-4°.

Icones fungorum ad usum sylloges Saccardianæ adcommodatæ, auctore A. N. BERLESE; fasciculus II : *Sphæriaceæ phæophragmiæ* (contin. et finis). Patavii, Typis Seminarii, 1892; gr. in-4° avec planches.

Observations made at the magnetical and meteorological Observatory at Batavia, vol. XIII, 1890. Batavia, 1891; in-f°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 MAI 1892.

Dispensaire Furtado-Heine. — Statistique médicale, 1891. Paris, Chaix, 1892; fasc. in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Traitement des maladies de la peau, etc., etc., par le Dr L. BROCQ. Paris, Octave Doin; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers.) (Renvoyé au concours des prix de Médecine et de Chirurgie.)

Sur le choléra, par M. MONOD. (Présenté par M. Bouchard et renvoyé au concours du prix Bréant.)

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, 4e série, t. II. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 1 vol. gr. in-8°.

Les voyages autour du monde. Conférence faite par M. JACQUES LÉOTARD. Marseille, Barlatier et Barthelet, 1892; br. in-8°.

Description des fossiles de la France. — Livre 26 : *Terrains tertiaires. Éocène, échinides*. T. II, par M. COTTEAU. Paris, G. Masson, 1892; 1 fasc. in-8° avec Planches.

Vegetable parasitical diseases of the skin, by Dr DANIELSSEN. Bergen, 1892; 1 fasc. gr. in-f° avec Planches.

Catalogo di manoscritti ora posseduti da D. BALDASSARE BONCOMPAGNI, compilato da ENRICO NARDUCCI. Seconda edizione. Roma, E. Fisiche, 1892; in-4°.

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde, de juin 1890 *à mai* 1891. Note de M. G. RAYET. Bordeaux, Gounouilhou, 1891; br. in-8°.

Minutes of proceedings of the institution of civil engineers; with other selected and abstracted Papers; vol. CVII. London, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

Bibliothèque géologique de la Russie, 1890, composée sous la rédaction de S. NIKITIN. St-Pétersbourg, Eggers et Cie, 1891; in-8°.

Carte géologique générale de la Russie, feuille 126 : *Perm-Solikamsk. Notes explicatives à la Carte géologique*, par A. KRASNOPOLSKI. St-Pétersbourg, Eggers et Cie, 1891; fasc. gr. in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, t. XXXVIII, n° 7 : *Die Abbildungen der Nordischen Seekuh*, etc., etc., von EUG. BUECHNER. St-Pétersbourg, 1891, Eggers et Cie; fasc. gr. in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de St-Pétersbourg. VIIe série. T. XXXIX : *Faune ornithologique de la Sibérie orientale*, par le Dr L. TACZANOWSKI; 1re Partie. St-Pétersbourg, 1891, Eggers et Cie; 1 vol. gr. in-4°.

Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, redigirt von Dr HEINRICH WILD. St-Pétersbourg, 1891, Eggers et Cie; 1 vol. gr. in-4°.

Annalen der physikalischen Central-Observatoriums, herausgegeben von H. WILD. Jahrgang 1890. St-Pétersbourg, 1891; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 MAI 1892.

Le caoutchouc et la gutta-percha, par E. CHAPEL. Paris, Marchal et Billard, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Schützenberger.)

Curso de analyse infinitesimal, por F. Gomes Teixeira. *Calculo integral*, 1re et 2e Parties. *Calculo differencial*. Porto, 1890; 3 vol. gr. in-8°. (Présentés par M. Hermite.)

Exposition universelle internationale de 1889 à Paris. — Rapports du Jury international publiés sous la direction de M. Alfred Picard. — Groupe VI : *Outillage et procédés des industries mécaniques. Électricité* (5e Partie). Classes 60 à 63. Paris, Imprimerie nationale, 1892; 1 vol. in-4°.

Bergens Museums aarsberetning for 1890. Bergen, J. Griegs Bogtrykken, 1891; gr. in-8°.

Har-moad or the mountain of the assembly, a series of archæological studies, driefly from the stand-point of the cuneiform inscriptions, by Rev. O.-D. Miller, D. D. North Adams, Mass., 1892; 1 vol. gr. in-8°.

Die accessorischen Geschlechtsdrüsen der Saugethiere, von Dr I. Th. Oudemans. Haarlem, de erven Loosjes, 1892; in-4°.

Ueber den gegenwärtigen Zustand der Actinometrie eine kritische Studie, von O. Chwolson. St-Pétersbourg, 1892; br. in-4°.

Die Triangulation von Java ausgeführt vom Personal des geographischen Dienstes in Niederländisch Ost-Indien. Haag, Martinus Nijhoff, 1891; gr. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JUIN 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Nouvelle contribution à l'histoire de la Truffe* [1] : Tirmania Cambonii; *Terfâs du Sud algérien;* par M. A. CHATIN.

« La question de la Truffe, qui jusqu'à ces derniers temps était d'un intérêt essentiellement français, quelque peu italien, ou même espagnol, a pris une importance nouvelle et inattendue, par la découverte de nouvelles espèces de Truffes dans l'Afrique du Nord, où on les connaît habituellement sous le nom de *Terfâs;* dans l'Asie occidentale, où elles sont appelées *Kamé*.

» Aux espèces de Terfâs déjà connues, il faut en ajouter une nouvelle, qui m'a été adressée de Biskra fin janvier dernier, par mon zélé correspon-

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CX, CXI, CXII, CXIII, CXIV.

dant Ben-Hafiz. Elle avait été récoltée dans le sud et se trouvait en mélange avec le *Terfezia Claveryi,* Kamé de Damas retrouvé en Algérie au delà de Tougourt.

» Le nouveau Terfâs n'est pas un *Tirfezia,* que caractérisent des spores arrondies ou échinulées ou alvéolées, mais un *Tirmania,* genre que j'ai formé sur le *Tirmania africana* (dont les tubercules, desséchés par les Arabes pour leurs approvisionnements, m'avaient été envoyés par M. Ben-Hafiz, dès 1890), que caractérisent nettement ses spores elliptiques et lisses, savoir sans papilles ni alvéoles.

» Je propose de désigner le nouveau *Tirmania* sous le nom de *Tirmania Cambonii,* en souvenir des sympathies que le Gouverneur général actuel a manifestées à la Société Botanique de France, dans la session qu'elle vient de tenir en Algérie.

» Le *Tirmania Cambonii* se rapproche du *Tirmania africana* par son gros volume et sa couleur blanche, persistante même après la dessiccation, et aussi par ceci, qu'aux approches de la maturation il est à peu près appliqué sur le sol, dans lequel il reste engagé seulement par sa base ou pied. Il en diffère :

» *a.* Par la chair, non uniformément blanchâtre, mais nettement marbrée d'une arborisation, composée de veines ramifiées se détachant successivement, comme d'un tronc qui a sa base dans le pied même du tubercule, et plus blanches que la masse des tissus;

» *b.* Par les sporanges et les spores plus grands, les premiers mesurant un diamètre moyen de $0^{mm},120$ au lieu de $0^{mm},80$ à $0^{mm},90$; les secondes ayant $0^{mm},022$ à $0^{mm},023$ de long sur $0^{mm},017$ à $0^{mm},018$ de large, au lieu de $0^{mm},018$ à $0^{mm},020$ sur $0^{mm},013$ à $0^{mm},015$.

» Le contenu oléagineux des spores est aussi plus abondant, au moins dans le jeune âge, chez le *Tirmania Cambonii* que dans le *T. africana.*

» Il y aurait encore, comme caractère différenciel, l'époque de maturation, si le *Tirmania africana* eût répondu, comme on pouvait le conjecturer, au gros Terfâs blanc d'automne, dont l'existence m'avait été signalée par le général de La Roque, commandant du cercle de Batna ; mais ce caractère ne peut être compté, attendu que je viens de voir (18 avril) à Biskra des tubercules *frais* du *Tirmania africana* apportés par des Arabes.

» L'Algérie compte donc aujourd'hui, en outre du *Tirfezia Leonis,* seule espèce connue avant mes recherches, les Tirfâs suivants : *Tirfezia Boudieri, Tirfezia Claveryi* (aussi de Damas), *Tirmania africana, Tirmania Cambonii.* Dans l'Asie occidentale se trouvent : à Smyrne, le *Tirfezia Leonis,*

plus commun là qu'en Algérie; à Damas, avec le *Tirfezia Boudieri*, variété *arabica*, le *Tirfezia Claveryi*, retrouvé en Algérie; à Alep, les *Tirfezia Hafizi* et *Metaxasi*, non encore observés en Afrique.

» A noter le fait suivant, qu'il m'a été donné d'observer sur le *Tirmania Cambonii* et le *Tirfezia Claveryi* venant d'être arrachés du sol, et qui sans nul doute est assez général chez les Terfâs.

» Une certaine quantité de terre, pouvant former une agglomération de la grosseur du poing, est adhérente à la base du tubercule, retenue par des filaments mycéliens, et toujours plus humide que le sol ambiant. Sans nul doute, cette agglomération correspond à la chemise ou couche de terre fine et se maintenant fraîche, qui s'attache à toute la surface de nos Truffes, et elle a, comme celle-ci, un rôle important pour la nutrition du tubercule. C'est cette couche qui, reconnue et analysée par Gueymard sur des Truffes de Dauphiné et de Provence, fut trouvée privée d'une portion de la chaux du sol voisin. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Des injections sous-cutanées ou intra-veineuses d'extraits liquides de nombre d'organes, comme méthode thérapeutique;* par MM. **Brown-Séquard** et **d'Arsonval**.

« Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie les principaux résultats d'expériences physiologiques et de faits cliniques, qui nous ont conduits à établir une méthode de thérapeutique nouvelle, celle des injections sous-cutanées ou intra-veineuses d'extraits liquides de divers organes.

» Cette méthode a pour objet de donner au sang, à l'aide de ces injections, des principes qui lui manquent par suite de l'absence d'action de glandes ou d'autres organes. Déjà, en 1869, l'un de nous, dans un Cours à la Faculté de Médecine de Paris, avait émis l'idée que toutes les glandes, celles qui ont des conduits excréteurs comme celles qui n'en ont pas, donnent au sang des principes utiles, sinon essentiels, dont l'absence se fait sentir quand elles ont été extirpées ou détruites par une maladie [1].

---

[1] Dans l'une des premières publications de l'un de nous (M. Brown-Séquard) sur les injections de liquide testiculaire (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, p. 421-422, juin 1889), il disait que les glandes à conduit excréteur, comme les glandes dites *sanguines*, ont une sécrétion interne. Parlant des inflammations ou

Étendant cette notion, nous avons pensé que les organes non glandulaires et que les diverses parties élémentaires distinctes dans l'organisme animal sont, comme les glandes, des foyers de production de quelque chose d'utile, soit pour d'autres parties, soit pour l'être tout entier. Nous avons ainsi été conduits à proposer d'employer, chez l'homme, en injections sous-cutanées, des liquides extraits de l'organe dont les actions sont altérées ou manquent plus ou moins complètement et pris chez des animaux en bonne santé.

» Pour que cette méthode thérapeutique pût entrer dans la pratique, il est évident qu'il fallait, avant tout, s'assurer que les injections sous-cutanées ou intra-veineuses d'extraits liquides des divers organes ne peuvent être faites sans danger. A l'époque où nous avons commencé nos recherches, les faits connus semblaient montrer que nombre de ces extraits liquides causent la mort. Nos propres expériences, avec des extraits de poumons, de foie, de rein, de capsules surrénales, de rate, de muscles, de cerveau et d'autres parties encore, avaient, d'abord, presque toujours montré que la mort a lieu après des injections non seulement dans les veines, mais aussi sous la peau. Deux organes seulement avaient toujours fait exception : les testicules et les ovaires. L'injection sous-cutanée même de quantités énormes d'extraits liquides de ces derniers organes n'a jamais causé la mort, bien que le nombre de nos expériences ait été extrêmement considérable.

» Des expériences faites par Wooldridge, Ewald, Langendorff, Fao et Pellacani et aussi par M. Bouchard et, plus tard, par son élève, M. Roger, avaient aussi montré combien peuvent être dangereuses des injections

---

d'autres maladies du rein, il concluait que les phénomènes urémiques dépendent non seulement de l'insuffisance de l'élimination de certains principes, mais aussi de trois causes, qui sont : 1° l'insuffisance ou l'absence d'une modification chimique du sang qu'exerce le rein normal; 2° l'existence de changements chimiques morbides du sang remplaçant la sécrétion interne normale; 3° des influences provenant de l'irritation des nerfs du rein. Depuis lors, l'un de nous à Paris, l'autre à Nice ont, chacun de son côté, fait des expériences qui démontrent que le rein a une sécrétion interne d'une grande utilité. Chez des lapins et des cobayes ayant eu les deux reins enlevés, dont quelques-uns ont reçu des injections sous-cutanées de suc dilué des reins, nous avons trouvé que la survie était d'un à deux jours de plus pour ces derniers que pour ceux qui n'avaient pas eu d'injections. De plus, les phénomènes urémiques ont tardé à se montrer chez ceux qui ont eu une survie plus grande, grâce à l'injection du suc rénal dilué. Nous poursuivons ces recherches et nous en ferons l'objet d'une Communication spéciale à l'Académie.

intra-veineuses ou sous-cutanées d'extraits liquides de nombre d'organes.

» Le danger, dans quelques-uns des cas, a été dû à l'eau employée. L'eau de Seine, en particulier, si elle n'a pas été bouillie, est quelquefois meurtrière, même en quantité peu considérable, lorsqu'on l'injecte sous la peau. Mais, en suivant toutes les règles de l'asepsie et faisant usage d'eau bouillie, le danger est souvent très grand encore si l'on se sert du filtre en papier. Avec de bons filtres de cette espèce, cependant, nous avons, le plus souvent, pu injecter impunément sous la peau des extraits liquides de presque tous les organes, et surtout de ceux qui peuvent être le plus utiles en thérapeutique. En employant ce mode de filtration, nous avons pu injecter dans les veines sans causer la mort des quantités quelquefois très grandes de liquides retirés du pancréas et de quelques autres organes. Il était admis cependant que ces liquides déterminaient toujours la mort par la coagulation du sang, ce qui était une erreur, car les animaux qui sont morts après nos injections ont survécu beaucoup trop longtemps pour que des formations emboliques aient pu les tuer. Quoi qu'il en soit, la filtration est un point tellement important qu'aujourd'hui nous pouvons déclarer qu'en nous servant de l'appareil à stérilisation par l'acide carbonique à haute pression, avec le filtre en alumine qui porte le nom de l'un de nous (M. d'Arsonval), tous les extraits liquides essayés jusqu'ici ont pu être injectés, sans danger, dans le sang. Nous continuons cette recherche et nous en ferons l'objet d'une Communication spéciale à l'Académie.

» Les extraits liquides de toutes les glandes, ceux des centres nerveux, des muscles, de nombre d'autres parties, sortant de cet appareil, ont pu être injectés sans aucun mauvais effet sous la peau de lapins et de cobayes. Ce point est absolument hors de question, même dans les cas où des injections de quantités d'extraits liquides, de vingt à trente fois plus considérables que celles qu'il faudrait injecter chez l'homme, ont été employées.

» On peut donc, sans crainte aucune, employer en injections sous-cutanées chez l'homme tous les liquides organiques, dont la physiologie ou la clinique peuvent montrer l'utilité. Nous en savons déjà assez, quant aux injections intra-veineuses, pour dire qu'il nous semble certain que nous pourrons bientôt déclarer qu'elles sont aussi d'une innocuité absolue; mais nous préférons attendre un peu pour faire cette affirmation.

» Quant aux extraits liquides à employer, nous bornerons notre démonstration d'aujourd'hui à l'étude des liquides de la glande thyroïde et des capsules surrénales.

» Les arguments sont maintenant surabondants qui établissent que les glandes ont toutes une sécrétion interne par laquelle elles donnent quelque chose d'utile ou d'essentiel à l'organisme, et que l'on peut, quand cette sécrétion fait défaut, la remplacer par des injections de sucs dilués, retirés d'organes similaires pris chez les animaux sains. La démonstration est absolument complète quant aux testicules et aux ovaires; mais, bien qu'il ne puisse y avoir de doutes à cet égard, nous n'en voyons pas moins assez souvent, beaucoup trop souvent, hélas! des femmes chez lesquelles les ovaires sont altérés ou ont été extirpés, et dont la santé physique et morale est profondément troublée, alors qu'il serait si facile, en général, à l'aide d'injections sous-cutanées de suc d'ovaire dilué, de leur donner ce qui leur manque et de rétablir ainsi l'état normal!

» La preuve de l'importance des injections sous-cutanées du suc dilué d'un organe, pris chez un animal sain, dans les cas où celui-ci est altéré ou manque chez l'homme, est donnée, aujourd'hui, en ce qui concerne la glande thyroïde, d'une manière aussi complète qu'à l'égard des glandes sexuelles. Un médecin italien, M. G. Vassale, conduit par les mêmes idées générales qui avaient été exposées par l'un de nous au sujet de toutes les glandes, un an auparavant, a eu le mérite de faire les premières injections sous-cutanées ou intra-veineuses d'un liquide extrait de la thyroïde. Depuis lors, M. Gley, qui a eu un prix de l'Académie pour ses belles recherches sur cette glande, a rapporté des faits ayant une importance capitale sur le point qui nous occupe. On sait qu'après l'ablation de la glande thyroïde chez les chiens, un état morbide très complexe se montre rapidement et que la mort arrive bientôt. Or si, comme l'a vu M. Gley, après avoir constaté, sur un chien privé de thyroïde, des symptômes très graves annonçant une mort prochaine, on fait une injection intra-veineuse d'un extrait très dilué de glande thyroïde (de chien ou de mouton), on voit disparaître, déjà *au bout de quelques minutes*, plusieurs des manifestations morbides. Les accès convulsifs diminuent d'intensité et bientôt cessent complètement, la respiration reprend son rythme ordinaire, l'animal se relève et bientôt marche bien. En d'autres termes, il revient promptement à l'état normal. La démonstration est donc claire : ce que la glande donnait au sang, et que l'animal ne recevait plus depuis l'ablation, est fourni par l'injection et la santé revient.

» Des médecins anglais, guidés sans doute (bien qu'ils ne le disent pas) par la doctrine émise depuis trois ans par l'un de nous, ont fait chez l'homme, avec succès, des injections sous-cutanées de suc dilué de la thy-

roïde pour combattre une des plus affreuses maladies que nous connaissions, le myxœdème, affection causée par la perte des fonctions de la thyroïde. L'un de ces médecins, M. Murray, après avoir préparé, en suivant à peu près les règles que nous avions données, un extrait aqueux et glycériné de thyroïde de mouton, a obtenu des effets favorables extrêmement remarquables dans un cas très avancé de myxœdème. Un autre, M. Beatty, rapporte que dans l'espace d'une semaine il a obtenu, par des injections d'extrait aqueux de thyroïde de mouton, une amélioration considérable dans l'état d'une femme atteinte de myxœdème. Peu de temps après, la guérison était à bien peu près complète.

» L'un de nous a vu avant-hier, à l'hôpital de la Charité, deux malades qui y étaient entrées pour être traitées de myxœdème et dont l'état s'est amélioré à tel point, dans l'espace de dix jours, qu'il ne reste plus que des vestiges de la maladie. C'est dans le service de notre confrère M. Bouchard et sur sa demande que son élève M. Charrin a traité ces malades par des injections sous-cutanées de liquide thyroïdien provenant du mouton. Nous espérons que ces faits si importants seront bientôt communiqués à l'Académie dans tous leurs détails par MM. Bouchard et Charrin.

» Voilà donc des faits absolument décisifs démontrant la vérité du principe que nous soutenons, à savoir que les effets morbides dépendant de l'absence d'action d'une glande, chez l'homme, peuvent disparaître et même avec une merveilleuse rapidité sous l'influence du remplacement, dans le sang, d'éléments que lui fournissait la glande absente ou malade, par des éléments semblables qui proviennent du même organe pris chez un animal.

» En 1856, l'un de nous avait trouvé que chez les cobayes, les lapins et les chiens la mort suit toujours et très rapidement l'ablation de deux petits organes, les capsules surrénales, que l'on considérait bien à tort comme ne servant à rien. La conclusion qu'il avait tirée de ces faits était que ces organes sont essentiels à la vie. Cette conclusion semblait d'autant plus bien établie que la mort, après leur ablation, avait lieu toujours en bien moins qu'une journée, tandis que l'extirpation des reins ne la cause qu'après plusieurs jours. Quelques physiologistes, MM. Philipeaux, Gratiolet et d'autres montrèrent bientôt que si, au lieu de faire le même jour l'ablation des deux capsules, on les enlève successivement, laissant un intervalle d'un ou deux mois entre les deux opérations, les animaux survivent. Fallait-il donc conclure des résultats si différents de nos expériences et de celles de ces physiologistes que les fonctions de ces petits

organes peuvent être complètement et pour toujours remplies par d'autres organes? Il n'en est pas ainsi : dans ces dernières années, Tizzoni, et après lui un Alsacien, le Dr Stilling, ont montré que, chez les animaux qui survivent aux ablations successives des capsules surrénales, il survient lentement mais sûrement des altérations organiques des centres nerveux qui amènent fatalement la mort. Ces petits organes sont donc essentiels à la vie, ce qu'on aurait pu, du reste, conclure aussi du fait bien connu que dans la maladie, jusqu'ici incurable, qui porte le nom de son découvreur, Addison, les capsules surrénales sont presque toujours profondément altérées sinon détruites. Nous avons tout lieu d'espérer que cette maladie cessera désormais d'être toujours fatale, si l'on veut bien lui appliquer la méthode thérapeutique nouvelle que nous proposons et qui consiste à faire des injections sous-cutanées de l'extrait liquide de l'organe malade ou manquant. Dans la maladie d'Addison, lorsqu'elle est entièrement due à une lésion des capsules surrénales, nous avons les plus sérieuses raisons de croire que les phénomènes morbides disparaîtraient sous l'influence d'injections sous-cutanées de l'extrait liquide de capsules surrénales d'animaux.

» Nos expériences, en effet, et celles un peu différentes, mais très valables aussi de MM. Abelous et Langlois, ont donné des résultats très nets, montrant que lorsque des animaux ayant perdu, par ablation, leurs capsules surrénales, vont mourir, on les fait rapidement recouvrer à bien peu près leur état normal en leur injectant sous la peau de l'extrait liquide de ces organes.

» Nous croyons donc que c'est un devoir impérieux pour les médecins ayant à traiter cette affection, toujours fatale jusqu'à présent, la maladie d'Addison, d'avoir recours aux injections sous-cutanées de cet extrait liquide. Dans un cas du service de M. Bouchard, M. Charrin est sur le point de faire l'essai de cette méthode de traitement.

» *Conclusions.* — 1° Les extraits liquides de tous les viscères, des glandes et d'autres parties de l'organisme, passés au filtre en alumine de l'un de nous (M. d'Arsonval), peuvent être injectés sous la peau, même en quantité très considérable en parfaite sécurité.

» 2° Des faits expérimentaux d'accord avec des faits cliniques montrent la puissance curative d'injections sous-cutanées de liquide thyroïdien dans des cas de grave maladie dépendant de l'absence d'action de la thyroïde, et donnent un appui considérable à la méthode thérapeutique que nous avons depuis longtemps proposée.

» 3° Il y a tout lieu de croire, d'après des faits expérimentaux que nous rapportons, que la mort, dans les maladies des capsules surrénales, pourrait être retardée, sinon absolument empêchée, par des injections de l'extrait liquide de ces glandes pris sur des animaux en bonne santé. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger en remplacement de feu *dom Pedro d'Alcantara.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. von Helmholtz obtient. . . .	28 suffrages.
M. van-Beneden	19 »
M. Lister	1 »
M. Nordenskiöld	1 »
M. Stokes	1 »

M. **von Helmholtz**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** annonce qu'il vient de recevoir un exemplaire de la médaille frappée à Berlin en l'honneur de Virchow. Cet exemplaire est offert à l'Académie par le Comité qui s'était constitué pour célébrer le 70e anniversaire du professeur Virchow.

M. le Ministre des Affaires étrangères l'a fait parvenir à M. le Ministre de l'Instruction publique qui le transmet aujourd'hui à l'Académie.

L'Académie accepte cette médaille avec la plus vive sympathie et s'associe à l'hommage rendu par les Savants allemands à M. Virchow à l'occasion de son 70e anniversaire.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur l'atmosphère solaire.* Note de M. **George E. Hale** [1].

« Au dernier Congrès de l'Association britannique à Cardiff, j'ai fait connaître mes conclusions relatives aux longueurs d'onde des raies protubérantielles ultra-violettes; ces conclusions ont été confirmées par M. Deslandres dans sa Communication sur les résultats qu'il a obtenus à l'Observatoire de Paris dans des recherches parallèles aux miennes.

» J'ai photographié (le 25 mai) le spectre d'une protubérance métallique qui contient toutes les raies ultra-violettes signalées jusqu'ici [2], ainsi que quatre raies nouvelles.

» Je présente à l'Académie un duplicata de ma photographie obtenue avec un télescope équatorial de 12 pouces d'ouverture et un grand spectromètre à réseau; on y trouvera les raies suivantes :

λ Raies [3].	Éléments.	λ Raies.	Éléments.
3970,2 [4]	Hydrogène (ε)	3835,54 [5]	Hydrogène (β_1)
3968,56 [4]	Calcium (H)	3832,5 [7]	Magnésium
3961,7 [8]	Manganèse?	3829,5 [7]	Magnésium
3933,86 [4]	Calcium (K)	3798,1 [5]	Hydrogène (γ_1)
3900,7 [8]	»	3770,8 [5]	Hydrogène (δ_1)
3889,14 [5]	Hydrogène (α_1)	3761,4 [7]	»
3888,73 [5]	»	3759,3 [7]	»
3886,4 [8]	»	3750,2 [6]	Hydrogène (ε_1)
3860,0 [8]	Fer?	3734,2 [6]	Hydrogène (ζ_1)
3838,4 [7]	Magnésium		

(1) Observatoire d'Astronomie physique de Kenwood-Chicago.

(2) Quelques-unes des raies d'hydrogène plus réfrangibles ne sont pas reproduites à cause de l'insuffisance de mon objectif.

(3) Les raies 3944,1, 3913,5 et 3784,5 peuvent être brillantes dans la protubérance.

(4) Observées par M. Young, à l'œil, en 1872, et photographiées par moi en avril 1891.

(5) Photographiées par moi en juin 1891.

(6) Photographiées par M. Deslandres en 1891.

(7) Photographiées par M. Deslandres en février 1892.

(8) Raies nouvelles.

» Comme je l'ai publié à différentes reprises, les raies H et K se prêtent facilement à la mesure des vitesses radiales des protubérances.

» En dehors de ces recherches sur le spectre photographié des protubérances solaires, je fais journellement des photographies de la chromosphère qui montrent sur tout le pourtour solaire les formes exactes des protubérances, tandis que d'autres obtenues avec un nouvel appareil spécial montrent les facules même au centre du disque. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le problème général de la déformation des surfaces.* Note de M. L. **Raffy**, présentée par M. Darboux.

« Les formules de Codazzi, imaginées en vue d'étudier la déformation des surfaces, n'ont guère été, dans cette théorie, appliquées qu'à des cas particuliers. Elles permettent néanmoins, comme nous allons le montrer, d'aborder le problème général : *Trouver toutes les surfaces qui admettent un élément linéaire donné*

$$ds^2 = A^2\,du^2 + C^2\,dv^2.$$

» Il s'agit d'exprimer, au moyen d'une seule fonction à déterminer, les six quantités p, q, r, p_1, q_1, r_1 (notations de M. Darboux) qui figurent dans le système suivant :

$$(1)\qquad \begin{cases} Cr + A'_v = 0, \\ Ar_1 - C'_u = 0, \\ Aq_1 + Cp = 0; \end{cases}$$

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial p}{\partial v} - \dfrac{\partial p_1}{\partial u} = qr_1 - rq_1, \\ \dfrac{\partial q}{\partial v} - \dfrac{\partial q_1}{\partial u} = rp_1 - pr_1, \\ \dfrac{\partial r}{\partial v} - \dfrac{\partial r_1}{\partial u} = pq_1 - qp_1. \end{cases}$$

» A cet effet, nous introduirons la courbure moyenne h et la courbure totale $-k^2$ que nous supposerons négative. On a, comme on sait,

$$2h = \frac{p_1}{C} - \frac{q}{A}, \qquad -k^2 = \frac{pq_1 - qp_1}{AC}.$$

» La première de ces relations et la dernière du groupe (1) seront vé-

rifiées si l'on pose

$$\frac{p_1}{C} = \mu + h, \qquad \frac{q}{A} = \mu - h, \qquad -\frac{q_1}{C} = \frac{p}{A} = m,$$

ce qui donne, en vertu de la seconde,

$$\mu^2 + m^2 = h^2 + k^2.$$

» Pour satisfaire à cette dernière équation, nous poserons

$$\mu = h\cos 2\theta - k\sin 2\theta, \qquad m = h\sin 2\theta + k\cos 2\theta;$$

alors nous aurons les quatre fonctions p, q, p_1, q_1 exprimées au moyen de h et de θ de la manière suivante

$$p = A(h\sin 2\theta + k\cos 2\theta), \qquad p_1 = 2C\cos\theta(h\cos\theta - k\sin\theta),$$
$$-q = 2A\sin\theta(h\sin\theta + k\cos\theta), \qquad -q_1 = C(h\sin 2\theta + k\cos 2\theta).$$

» Tout revient à déterminer la courbure moyenne h et la fonction auxiliaire θ, qui a une signification géométrique simple : c'est l'angle que fait, en chaque point de la surface, l'une des courbes coordonnées ($v = \text{const.}$) avec l'une des lignes asymptotiques.

» Substituons p, q, p_1, q_1 dans les deux premières équations du groupe (2) en ayant égard aux expressions de r et de r_1. Nous arrivons ainsi, tous calculs faits, au système

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &2h[(A'_v + C\theta'_u)\sin 2\theta - (C'_u - A\theta'_v)\cos 2\theta] \\ &\quad + 2Ah'_v\sin\theta\cos\theta - 2Ch'_u\cos^2\theta \\ &\quad + [2k(C'_u - A\theta'_v) + Ck'_u]\sin 2\theta + [2k(A'_v + C\theta'_u) + Ak'_v]\cos 2\theta = 0, \end{aligned}\right.$$

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} &2h[(C'_u - A\theta'_v)\sin 2\theta + (A'_v + C\theta'_u)\cos 2\theta] \\ &\quad - 2Ah'_v\sin^2\theta + 2Ch'_u\sin\theta\cos\theta \\ &\quad - [2k(A'_v + C\theta'_u) + Ak'_v]\sin 2\theta + [2k(C'_u - A\theta'_v) + Ck'_u]\cos 2\theta = 0. \end{aligned}\right.$$

» Ici se présente une particularité remarquable. Si l'on multiplie l'équation (3) par $\sin\theta$, l'équation (4) par $\cos\theta$ et qu'on les ajoute membre à membre, *les deux dérivées de h disparaissent à la fois*, et il vient

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} &h\left[\frac{\partial}{\partial u}(C\sin\theta) + \frac{\partial}{\partial v}(A\cos\theta)\right] \\ &\quad + \sqrt{k}\left[\frac{\partial}{\partial u}(C\sqrt{k}\cos\theta) - \frac{\partial}{\partial v}(A\sqrt{k}\sin\theta)\right] = 0. \end{aligned}\right.$$

» Ainsi, une fois θ déterminé, la courbure moyenne h sera connue explicitement. (Il n'y a exception que si le coefficient de h et le terme indépendant sont nuls; cette double hypothèse caractérise les éléments linéaires qui conviennent à des surfaces réglées et conduit aux déformations bien connues qui dépendent d'une fonction arbitraire.) Les six fonctions p, q, r, p_1, q_1, r_1 étant connues, la surface est entièrement déterminée; il ne reste plus qu'à intégrer deux équations de Riccati (voir Darboux, *Leçons sur la théorie des surfaces*, t. I, Chap. VI).

» Nous allons maintenant former l'équation que doit vérifier l'angle θ. Multiplions l'équation (3) par $\cos\theta$, l'équation (4) par $\sin\theta$ et retranchons-les membre à membre; le résultat obtenu peut s'écrire

$$\frac{\partial}{\partial v}(h\mathrm{A}\sin\theta) - \frac{\partial}{\partial u}(h\mathrm{C}\cos\theta) + \sqrt{k}\left[\frac{\partial}{\partial v}(\mathrm{A}\sqrt{k}\cos\theta) + \frac{\partial}{\partial u}(\mathrm{C}\sqrt{k}\sin\theta)\right] = 0.$$

Il suffit d'y substituer la valeur de h fournie par la relation (5) pour obtenir l'équation cherchée

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{\partial}{\partial v}\left[\mathrm{A}\sqrt{k}\sin\theta\,\dfrac{\dfrac{\partial}{\partial v}(\mathrm{A}\sqrt{k}\sin\theta) - \dfrac{\partial}{\partial u}(\mathrm{C}\sqrt{k}\cos\theta)}{\dfrac{\partial}{\partial v}(\mathrm{A}\cos\theta) + \dfrac{\partial}{\partial u}(\mathrm{C}\sin\theta)}\right] + \sqrt{k}\,\dfrac{\partial}{\partial v}(\mathrm{A}\sqrt{k}\cos\theta) \\ -\dfrac{\partial}{\partial u}\left[\mathrm{C}\sqrt{k}\cos\theta\,\dfrac{\dfrac{\partial}{\partial v}(\mathrm{A}\sqrt{k}\sin\theta) - \dfrac{\partial}{\partial u}(\mathrm{C}\sqrt{k}\cos\theta)}{\dfrac{\partial}{\partial v}(\mathrm{A}\cos\theta) + \dfrac{\partial}{\partial u}(\mathrm{C}\sin\theta)}\right] + \sqrt{k}\,\dfrac{\partial}{\partial u}(\mathrm{C}\sqrt{k}\sin\theta) \end{array}\right\} = 0.$$

» Elle est visiblement *linéaire par rapport aux dérivées secondes de* θ. Je ne puis entrer dans le détail des applications qu'elle comporte. Je tiens seulement à faire observer qu'*à toute solution réelle de cette équation correspond une surface réelle*, ce qui n'a pas lieu nécessairement quand l'inconnue du problème est une des coordonnées de la surface. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions fuchsiennes.* Note de M. **Ludwig Schlesinger.**

« La décomposition des groupes fuchsiens E, que j'ai indiquée dans ma Note du 16 mai, en supposant que ce groupe soit formé de n substitutions fondamentales entre lesquelles il n'existe point de relation, donne naissance à une suite indéfinie de fonctions algébriques d'une variable x,

convergente vers une limite z, dont x est fonction fuchsienne du genre zéro et de la deuxième ou de la quatrième famille. C'est ce que je me propose d'établir pour les fonctions de la deuxième famille.

» Soit donc $x=f(z)$ une telle fonction, invariable si l'on fait subir à z une des substitutions du groupe E, à l'aide de laquelle toutes les autres s'expriment rationnellement, et désignons par $x_\lambda=f_\lambda(z)$ les fonctions analogues appartenant aux sous-groupes $E_\lambda(\lambda=1, 2, \ldots)$. Alors x est fonction rationnelle de x_λ

$$x=\varphi_\lambda(x_\lambda) \qquad (\lambda=1, 2, \ldots),$$

et nous pourrons supposer que le point $z=0$ est situé à l'intérieur du polygone générateur R du groupe E, que les x_λ s'évanouissent avec z, qu'ils deviennent infinis au sommet $(n_\lambda, n_{\lambda+i})$ du polygone générateur R_λ de E_λ et que, pour une valeur $z=\mathfrak{a}$, les x_λ acceptent la même valeur $\mathfrak{a}$. Pour la fonction algébrique x_1 de x, les valeurs $a_1, \ldots, a_n, a_{n+1}=\infty$ de x, correspondant aux sommets $(2n, 1), (1, 2), \ldots, (n, n+1)$ de R, sont les seuls points de ramification. Quand x décrit un contour simple fermé autour du point $a_k (k=2, 3, \ldots, n)$, z subira la substitution $\Sigma_k=S_{k-1}^{-1}S_k$; la détermination $x_1^{(0)}=f_1(z)$ de la fonction x_1 de x se changera donc en

$$f_1(S_{k-1}^{-1}S_k z)=f_1(S_{k-1}^{-1}S_k S_{k-1}^{-1}S_{k-1}z)=f_1(S_{k-1}z)=x_1^{(k-1)},$$

et la détermination $x_1^{(k-1)}$ elle-même en

$$f_1(S_{k-1}S_{k-1}^{-1}S_k z)=f_1(S_k z)=x_1^{(k)};$$

enfin, x ayant tourné trois fois autour de a_k, $x_1^{(0)}$ reviendra à sa valeur initiale. Un contour simple décrit par la variable x autour de a_1 change $x_1^{(0)}$ en $x_1^{(1)}=f_1(S_1 z)$, $x_1^{(k)}$ en $x_1^{(-k)}=f_1(S_k^{-1}z)$, $(k-1, 2, \ldots, n)$ et $x_1^{(-1)}$ en $x^{(0)}$ $_1$ $^{-k)}$ en $x_1^{(k)} (k=2, 3, \ldots, n)$, tandis que x tournant une seule fois autour de a_n, $x_1^{(0)}$ passera en $x_1^{(-n)}$, $x_1^{(-k)}$ en $x_1^{(k)}$, $(k=1, 2, \ldots, n)$ et $x_1^{(n)}$ en $x_1^{(0)}$, $x_1^{(k)}$, en $x_1^{(-k)}$ $(k=1, 2, \ldots, \overline{n-1})$. La surface T_1 de *Riemann*, qui représente la ramification de x_1 comme fonction de x, se composera donc de $2n+1$ feuillets $0, \pm 1, \ldots, \pm n, \ldots$ et, en joignant les points $a_1, \ldots, a_{n+1}$ par une coupure, il faudra réunir le long de $(a_\lambda, a_{\lambda+i}), (\lambda=1, 2, \ldots, n)$, le bord gauche du feuillet 0 au bord droit de $-\lambda$, le bord gauche de $-\lambda$ au bord droit de λ, le bord gauche de ce dernier feuillet au bord droit de λ et, en désignant par k l'un quelconque des nombres $1, 2, \ldots, n$ différant de λ, le bord droit de $\pm k$ au bord gauche de $\mp k$. Une fonction uniforme du lieu

de la surface T_1, ne devenant infinie que dans un seul point de cette surface, est complètement déterminée, abstraction faite de trois constantes arbitraires; si nous ajoutons les conditions que celle des déterminations de ladite fonction, qui est multiforme dans le voisinage de chacun des points $a_1, \ldots, a_{n+i}$, s'évanouisse avec x et qu'elle acquière la valeur $\mathfrak{a}$ quand x devient égal à cette même valeur, nous aurons gagné une définition indépendante de x_1 comme fonction de x. Pour les points $x = a_1, \ldots, a_{n+1}$, x_1 accepte des valeurs que l'on pourra faire correspondre aux substitutions

$$\Sigma_1^{(1)} = S_1^{(1)}, \qquad \Sigma_k^{(1)} = (S_{k-1}^{(1)})^{-1} S_k^{(1)} \qquad (k = 2, 3, \ldots, n),$$
$$\Sigma_{n_1+1}^{(1)} = (S_n^{(1)})^{-1};$$

nous désignons ces valeurs dans l'ordre établi par cette correspondance par $a_1^{(1)}, \ldots, a_{n_1+1}^{(1)}$, et nous achevons la définition complète de x_1 en supposant que $a_{n_1+1}^{(1)} = \infty$. Alors on pourra construire sur le plan des x_1, à l'aide des points $a_k^{(1)}$ $(k = 1, 2, \ldots, n_1 + 1)$ comme points de ramification, une surface de Riemann T_2 de la même manière que T_1 avait été construite à l'aide des points $a_1, \ldots, a_{n+1}$ sur le plan des x, et x_2 sera déterminé comme fonction uniforme du lieu de T_2 en lui imposant les mêmes conditions que nous avons dû établir pour la détermination complète de x_1, fonction de x. En continuant ce procédé, nous allons arriver à une définition indépendante de la fonction x_λ correspondant au groupe E_λ, et il est facile de démontrer que les x_λ convergent vers une limite déterminée avec λ croissant.

» On conclut, en effet, en s'appuyant sur les propriétés indiquées de la fonction x_λ et sur l'équation

$$\lim_{\lambda=\infty} E_\lambda = \lim_{\lambda=\infty} E_{\lambda+C} = 1,$$

établie dans ma Note du 16 mai, que, pour un nombre C entier, positif quelconque, $\lim\limits_{\lambda=\infty} x_\lambda$ est fonction linéaire à coefficients constants de $\lim\limits_{\lambda=\infty} x_\lambda$; donc, comme x_λ, $x_{\lambda+C}$ acquièrent en même temps les valeurs 0, $\mathfrak{a}$, ∞, on a

$$\lim_{\lambda=\infty} (x_{\lambda+C} - x_\lambda) = 0.$$

» La discussion spéciale de cette fonction limite $\eta = \lim x_\lambda$ se fait à l'aide des principes que j'ai indiqués dans mon Mémoire du tome CV du

Journal de Crelle (p. 212 et suiv.) pour la question analogue traitée au lieu cité, et l'on trouve, par cette discussion, que x_λ est fonction uniforme de η, invariable quand η subit une substitution du groupe E_λ, et que, dans l'intérieur du polygone R_λ, la fonction x_λ n'acquiert chaque valeur qu'une seule fois. Par les valeurs de η correspondant aux points $x = a_1, \ldots, a_{n+i}$, le plan des η se trouve divisé en deux régions; la fonction x_λ de η n'existe que dans une seule de ces régions, et l'équation $\eta = \lim x_\lambda$ nous fournira une valeur de η, située dans l'une ou dans l'autre de ces régions, selon que x est situé à l'intérieur ou à l'extérieur d'une certaine courbe fermée passant par les points $a_1, \ldots, a_{n+1}$. La fonction η estdonc identique avec z, c'est-à-dire $z = \lim x_\lambda$. Nous pouvons donc énoncer le résultat suivant : Étant donné le nombre n des substitutions fondamentales d'un groupe fuchsien E de la deuxième famille, on aura un algorithme bien déterminé, à l'aide duquel on saura former d'une variable x et des $(n+1)$ quantités, différentes entre elles, mais, d'ailleurs, arbitraires, $a_1, \ldots, a_{n+i}$, une série infinie de fonctions algébriques de cette variable, convergeant vers une limite dont x est fonction fuchsienne appartenant à un groupe E, qui est *complètement* déterminé par les valeurs données des $a_1, \ldots, a_{n+i}$. Nous avons par là, pour le cas considéré, une démonstration nouvelle du théorème fondamental de M. Poincaré sur l'existence des équations fuchsiennes dans un type donné, démonstration qui ne s'appuie pas sur la méthode de continuité, mais dans laquelle il faut appliquer le principe de Dirichlet pour pouvoir conclure l'existence d'une fonction algébrique appartenant à une surface de Riemann donnée. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les transformations en Mécanique.* Note de M. **P. Painlevé**, présentée par M. Darboux.

« Je voudrais revenir sur un problème dont je me suis occupé précédemment, pour dissiper un malentendu qui semble persister entre M. R. Liouville et moi. Ce problème est le suivant (voir les *Comptes rendus*, 11 avril 1892) :

» *Étant donné un système d'équations de Lagrange*

$$\text{(A)}\quad \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial q_i'} - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i(q_1, q_2, \ldots, q_k), \qquad \frac{dq_i}{dt} = q_i' \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

former tous les systèmes

$$(\mathrm{B})\quad \frac{d}{dt_1}\frac{\partial \mathrm{T}_1}{\partial q_i'} - \frac{\partial \mathrm{T}_1}{\partial q_i} = \mathrm{Q}_i'(q_1, \ldots, q_k), \qquad \frac{dq_i}{dt_1} = q_i' \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

tels que les relations entre les q_i définies par (A) *et par* (B) *coïncident.*

» On obtient toujours des systèmes (B) en remplaçant T par CT_1, Q_i par $\alpha \mathrm{Q}_i'$, ou encore T par $\mathrm{C}(\mathrm{U}+h)\mathrm{T}_1$, et U par $\frac{1}{\mathrm{U}+h}$ s'il existe une fonction de forces U. Ce sont, en général, les seuls. Quand il y en a d'autres, deux cas sont à distinguer : 1° *tous les Q_i sont nuls;* il en est de même alors des Q_i'; les équations (A), qui définissent les géodésiques relatives à T, admettent une intégrale du second degré autre que $\mathrm{T} = h$, et le rapport $\frac{dt}{dt_1}$ est une simple fonction des q_i; 2° *tous les Q_i ne sont pas nuls;* deux hypothèses sont possibles : *le rapport $\frac{dt}{dt_1}$ est une simple fonction des q_i ou un polynôme du second degré par rapport aux $\frac{dq_i}{dt}$.* Dans la première hypothèse, les équations des géodésiques relatives à T admettent une intégrale du second degré et des systèmes transformés (B); mais les équations (A) elles-mêmes n'admettent pas, en général, d'intégrale du second degré (autre que celle des forces vives, si les forces dérivent d'un potentiel); dans la seconde hypothèse, les équations (A) elles-mêmes admettent une intégrale du second degré (qui n'est pas celle des forces vives). Les résultats sont donc très différents suivant qu'il y a ou non des forces données; la seconde partie du théorème, plus cachée que la première, est d'une démonstration plus compliquée. L'hypothèse que les forces dérivent d'un potentiel n'apporte d'ailleurs aucune simplification. J'ajoute que le problème qui nous occupe se pose naturellement dans l'étude des *groupes continus* de transformations qui *conservent* les relations entre les q_i définies par (A)

» Dans une Note ultérieure (*Comptes rendus*, 25 avril), M. Liouville a indiqué une méthode à laquelle il était parvenu de son côté et qui permet, dit-il, de retrouver et de compléter le théorème précédent dans le cas où les forces admettent une fonction de forces. En réalité, comme je l'ai montré (*Comptes rendus*, 16 mai), il n'en est ainsi *que quand toutes les forces sont nulles :* quand il y a des forces, le problème traité par M. Liouville n'a aucun rapport avec le mien.

» M. Liouville est revenu sur la question (*Comptes rendus*, 23 mai) et a

essayé encore de ramener l'étude des transformations de (A) quand les Q_i dérivent d'un potentiel à l'étude des transformations de géodésiques. Son procédé consiste à substituer aux équations (A) un système analogue (A'), où tous les Q_i sont nuls et qui renferme une variable de plus : les relations entre les q_i définies par (A') dépendent d'une constante de plus que les relations définies par (A) et coïncident avec ces dernières si l'on donne à cette constante une valeur particulière. M. Liouville se propose d'étudier les transformations de (A') au lieu des transformations de (A); mais *les deux problèmes sont absolument différents.*

» Ils n'ont pas, en général, de solutions en même temps : *à une transformation de* (A) *ne correspond pas une transformation de* (A') *et réciproquement.* Observons enfin qu'il est facile de former une infinité de systèmes tels que (A'), dont l'intégrale générale comprend l'intégrale de (A) comme intégrale particulière; les transformations de ces divers systèmes (A') n'auront aucun rapport entre elles; on ne mettra donc nullement en évidence ainsi des propriétés *intrinsèques* des équations (A). Notamment l'étude de ces transformations ne sera d'aucune utilité dans la recherche des groupes continus de (A).

» D'ailleurs, il n'est nullement dans mes intentions de comparer l'intérêt respectif des questions que traite M. Liouville et de celles que je me suis posées. Mon seul but est de montrer qu'*elles sont essentiellement distinctes.* Bien plus, pour résoudre le problème qui nous occupe, on ne saurait espérer, par un procédé quelconque analogue à celui de M. Liouville, ramener le cas où il y a des forces (même dérivant d'un potentiel) au cas des géodésiques. Si la chose était possible, en effet, l'existence d'un système (B) entraînerait, dans tous les cas, l'existence d'une intégrale du second degré pour les équations (A), ce qui n'est pas vrai. Le cas où les Q_i dérivent d'une fonction de force est donc *irréductible* avec celui où les Q_i sont nuls; *il est plus général aussi bien en réalité qu'en apparence.*

» En définitive, je me suis posé sur les équations de Lagrange (A) une question naturelle, qui est en connexion étroite avec les propriétés des groupes continus de ces équations. J'ai démontré à ce sujet un théorème fondamental. La méthode de M. Liouville permet de retrouver et de compléter ce théorème *dans le cas où il n'y a pas de forces données;* dans le cas où il y a des forces (même admettant un potentiel), je l'ai démontré seul jusqu'ici. »

GÉODÉSIE. — *Sur la détermination du point le plus probable donné par une série de droites non convergentes.* Note de M. **M. d'Ocagne**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Le problème qui consiste à trouver le point le plus probable donné par une série de droites non convergentes se rencontre dans diverses applications de Géodésie ou d'Astronomie. Il se traduit par l'énoncé mathématique suivant :

» *Étant données, sur un plan, n droites* $d_1, d_2, \ldots, d_n$, *trouver un point* M *tel que, si* $\delta_1, \delta_2, \ldots, \delta_n$ *désignent ses distances à ces n droites, la somme*

$$k_1\delta_1^2 + k_2\delta_2^2 + \ldots + k_n\delta_n^2,$$

où $k_1, k_2, \ldots, k_n$ *sont des constantes données, soit minimum.*

» Une solution de ce problème (pour le cas où les constantes k_1, $k_2, \ldots, k_n$ sont toutes égales à l'unité, ce qui, d'ailleurs, ne modifie pas le résultat d'une manière essentielle) a été donnée dans les *Comptes rendus* par M. Bertot (1876, 1er semestre, p. 682) (¹).

» Ayant eu pour ma part à m'occuper de ce problème en vue de certains besoins pratiques, je me suis efforcé d'en obtenir une solution aussi simple que possible. C'est cette solution, complètement différente de celle de M. Bertot, que je me propose de résumer ici, me réservant de développer dans un Mémoire spécial les considérations géométriques par lesquelles j'y ai été conduit.

» Le point M défini plus haut coïncide avec le centre de gravité de ses projections sur les droites données respectivement affectées des masses $k_1, k_2, \ldots, k_n$. Cette propriété bien connue peut être immédiatement démontrée de la manière suivante.

» Si nous considérons le lieu des points pour lesquels

$$k_1\delta_1^2 + k_2\delta_2^2 + \ldots + k_n\delta_n^2 = \mathrm{K},$$

K étant une constante, nous avons, d'après le théorème de Poinsot généralisé (²), la normale en chaque point M du lieu en portant sur les perpen-

---

(¹) D'autres solutions ont été présentées à la Société mathématique (Séance du 3 février 1892) par M. Laisant et par moi-même.

(²) Voir à ce sujet ma Note dans les *Comptes rendus*, 2e semestre, p. 959; 1889.

diculaires abaissées de M sur d_1, d_2, ..., d_n respectivement les longueurs $k_1\delta_1$, $k_2\delta_2$, ..., $k_n\delta_n$ et prenant leur résultante géométrique. Si le point M est celui pour lequel K est minimum, la direction de la normale étant indéterminée, la résultante en question doit être nulle. Par suite, le point M jouit de la propriété ci-dessus énoncée. C'est en partant de cette propriété que je suis parvenu à la solution que voici :

» O étant un point quelconque du plan, soient

G le centre de gravité des masses $k_1, k_2, \ldots, k_n$ respectivement appliquées aux projections du point O sur les droites d_1, d_2, ..., d_n,

H le centre de gravité des masses $k_1, k_2, \ldots, k_n$ respectivement appliquées aux projections du point G sur les parallèles aux droites d_1, d_2, ..., d_n menées par le point O,

K la projection du point H sur la perpendiculaire à OG menée par O,

I le point où la droite GH coupe la perpendiculaire élevée en O à OH.

» *Le point* M *cherché est à la rencontre de* OH *et de la perpendiculaire menée par* G *à* IK. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les considérations d'homogénéité en Physique*. Note de M. A. Vaschy, présentée par M. A. Cornu.

« On sait que, par de simples considérations d'homogénéité, on peut calculer, à un coefficient numérique près, la durée des oscillations d'un pendule ou diverses autres formules de Mécanique et de Physique. Ce genre de calcul repose sur le principe suivant :

» Si, entre n paramètres a_1, a_2, ..., a_n, dont les p premiers sont rapportés à des unités fondamentales distinctes (longueur, masse, temps, etc.) et les $(n-p)$ autres à des unités dérivées des précédentes (force, vitesse, etc.), il existe une relation

$$f(a_1, a_2, \ldots, a_n) = 0$$

indépendante des grandeurs que l'on peut attribuer aux unités fondamentales, ces n paramètres satisfont également à une relation

$$\varphi(x_1, x_2, \ldots, x_{n-p}) = 0$$

ne contenant plus que $(n-p)$ paramètres x_1, x_2, ..., x_{n-p}, qui sont des fonctions monômes de a_1, a_2, ..., a_n $(x_k = a_1^\alpha a_2^\beta \ldots a_n^\lambda)$.

» La démonstration de ce théorème est facile à imaginer (¹). On en

(¹) Voir *Annales télégraphiques*, p. 25, janvier-février 1892.

déduit que, dans le cas particulier où $n = p$, c'est-à-dire lorsque les n paramètres sont rapportés à des unités fondamentales distinctes (ou que leurs dimensions d'homogénéité sont indépendantes entre elles), il n'existe en réalité aucune relation entre eux.

» En Mécanique, les unités fondamentales sont au nombre de trois. En Thermodynamique, on est amené à considérer une quatrième unité fondamentale, celle de température, qui, dans l'état actuel de la science, ne se réduit pas sans hypothèse arbitraire aux unités mécaniques. L'étude de l'Électricité et du Magnétisme introduit une nouvelle unité fondamentale, que l'on peut supposer, à volonté, être celle de quantité d'électricité ou celle de potentiel, ou de toute autre grandeur électrique ou magnétique.

» Si l'on adopte, par exemple, comme unités fondamentales celles de longueur (L), de masse (M), de temps (T) et de capacité électrostatique (C), les unités des diverses grandeurs électriques et magnétiques s'en déduiront par suite de leurs définitions mêmes ou des lois fondamentales qui les relient. D'autre part, les dimensions de ces grandeurs s'exprimeront sous la forme $L^\alpha M^\beta T^\gamma C^\delta$, C désignant une dimension irréductible comme L, M et T. En pratique, on a trouvé avantage à faire dériver les unités électriques des trois unités fondamentales de la Mécanique, en faisant des hypothèses qui conduisent aux systèmes dits *électrostatique* et *électromagnétique*. Mais, au point de vue théorique, il y a tout intérêt à laisser arbitraires les dimensions de l'une des grandeurs électriques ou magnétiques; les méthodes fondées sur les considérations d'homogénéité n'en seront que plus puissantes, comme on peut s'en rendre compte par l'exemple suivant.

» Dans l'étude de la propagation du courant sur une ligne électrique, si l'on ne tient compte que de la résistance ρ et de la capacité γ de cette ligne par unité de longueur, on obtient une approximation satisfaisante à certains points de vue (théorie de Sir W. Thomson appliquée aux câbles sous-marins), mais insuffisante à bien des égards. Ainsi, dans ces conditions, la théorie indiquerait que la vitesse uniforme de propagation que l'on suppose aux premières traces du courant n'existe pas. Mais si l'on complète cette théorie en tenant compte de la self-induction λ de la ligne par unité de longueur, elle indique alors l'existence de cette vitesse uniforme v, qui est donnée par la formule

$$v = \frac{1}{\sqrt{\gamma\lambda}}.$$

» Il est facile de se rendre compte de ces résultats par de simples con-

sidérations d'homogénéité. Supposons, en effet, comme dans la théorie, que la vitesse de propagation uniforme v ne dépende que de la résistance ρ, de la capacité γ et de la self-induction λ de la ligne par unité de longueur, et peut-être de la grandeur de la force électromotrice employée E. On écrira

$$f(v, \mathrm{E}, \rho, \gamma, \lambda) = 0,$$

ou, ce qui revient au même,

$$\varphi(v, \mathrm{E}, \rho, \gamma, v\sqrt{\gamma\lambda}) = 0,$$

φ désignant, comme f, une fonction inconnue des paramètres. On remarquera que le produit $v\sqrt{\gamma\lambda}$ a des dimensions nulles, tandis que v, E, ρ et γ ont des dimensions indépendantes entre elles; car v désigne une vitesse, γ une capacité par unité de longueur (dont on peut prendre l'unité comme unité fondamentale électrique), $\gamma\rho$ un temps divisé par le carré d'une longueur, $\gamma \mathrm{E}^2$ une énergie divisée par une longueur (ou une force). On pourrait prendre, par conséquent, comme unités fondamentales celles des grandeurs v, E, ρ, γ. Il en résulte, d'après le théorème énoncé plus haut, que les quatre paramètres v, E, ρ, γ ne doivent pas figurer en réalité dans la relation supposée $\varphi = 0$, et que celle-ci se réduit à

$$\varphi(v\sqrt{\gamma\lambda}) = 0$$

ou

$$v\sqrt{\gamma\lambda} = \mathrm{A},$$

A désignant une valeur numérique inconnue. On retrouve donc, au facteur numérique près A, la formule $v = \frac{1}{\sqrt{\gamma\lambda}}$. On voit, par cette démonstration même, que si l'on ne tient pas compte de λ, la vitesse supposée v n'existe pas. Ou encore si, considérant la self-induction comme négligeable, on fait $\lambda = 0$, on trouve $v = \infty$.

» Par des considérations semblables on démontrerait la formule

$$i = \frac{\mathrm{E}}{\rho l} f\left(\frac{t}{\gamma\rho l^2}, \frac{\lambda}{\gamma\rho^2 l^2}\right),$$

relative à l'intensité i du courant, au bout du temps t, à l'extrémité de la ligne, la longueur de celle-ci étant l.

» Il n'est peut-être pas sans intérêt d'indiquer, à propos de la formule $v = \frac{1}{\sqrt{\gamma\lambda}}$, les chiffres que l'on trouve pour la vitesse v lorsqu'on y remplace

γ et λ par leurs valeurs mesurées expérimentalement. Les chiffres suivants sont déduits d'expériences de M. Massin :

» 1° Circuit de 49^{km} de longueur (Bordeaux-Pauillac) composé de deux fils de fer de 3^{mm} de diamètre, posés à $0^m,40$ l'un de l'autre sur poteaux de 8^m :

$$\left.\begin{array}{l}\lambda = 0^{quad},0129 \text{ par kilomètre} \\ \gamma = 0^{microf},0069 \quad\quad » \end{array}\right\} \text{ d'où } v = \frac{1}{\sqrt{0,0129 \times 0,0069 \times 10^{-6}}} = 106\,000^{km};$$

» 2° Circuit composé de deux fils de cuivre de $2^{mm},5$, posés à $0^m,40$ l'un de l'autre, sur les mêmes poteaux :

$$\left.\begin{array}{l}\lambda = 0^{quad},0025 \text{ par kilomètre} \\ \gamma = 0^{microf},0065 \quad\quad » \end{array}\right\} \text{ d'où } v = 240\,000^{km} \text{ par seconde.}$$

» Ces chiffres sont de l'ordre de grandeur de ceux qu'ont fournis les expériences bien connues de Fizeau et Gounelle sur la vitesse de l'électricité dans les circuits télégraphiques. »

PHYSIQUE. — *Sur la non-réalisation de l'état sphéroïdal dans les chaudières à vapeur. Réclamation de priorité.* Note de M. DE SWARTE. (Extrait.)

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (séance du 22 février 1892), M. Witz rend compte d'expériences qu'il a entreprises dans le but de savoir si l'état sphéroïdal se produit dans les chaudières à vapeur.

» D'après M. Witz : 1° l'effet Boutigny ne se produit pas sur les tôles rougies des chaudières; 2° la vaporisation dans ces conditions est d'une activité qui mérite d'attirer l'attention des savants et des ingénieurs.

» Or, j'ai publié dans les *Annales industrielles* (5 septembre 1886) que, *sur des plaques de tôle chauffées au rouge cerise* (900°), *la caléfaction ne se produit pas*.

» Le second point ressort aussi de mes expériences : j'ai cherché la vaporisation obtenue sur des tôles portées au rouge, en faisant varier les éléments de la pratique industrielle, c'est-à-dire l'épaisseur et la température de la tôle, et j'ai trouvé que la vaporisation *dépasse ainsi* 1600^{kg} *par mètre carré et par heure*. Les divers nombres trouvés figurent au numéro cité des *Annales industrielles*.

» Ces nombres ayant été trouvés pour la vaporisation à air libre, j'en ai

déduit par le calcul les nombres correspondant aux différentes pressions, en vase clos. Voici un extrait du texte :

» Jusqu'ici MM. Christiaen et Clément, dans les essais faits sur une chaudière en fonte et sur une chaudière en cuivre (essais qui ont donné des résultats concordants), avaient trouvé que 1^{mq} de surface de chauffe exposée au feu le plus violent, produisait 100^{kg} de vapeur à l'heure à l'air libre. *La vaporisation sur tôle rougie est donc 17 à 18 fois aussi grande. On s'explique ainsi aisément l'extrême rapidité de l'élévation de la pression, lorsqu'on alimente d'eau une chaudière portée au rouge, et pourquoi dans ces conditions il faut une soupape de sûreté toute spéciale pour empêcher l'explosion.*

» Je vais comparer les principes qui ont guidé M. Witz et moi-même dans la seconde partie de nos recherches respectives.

» De part et d'autre, on a voulu trouver la vaporisation qui se produit dans les chaudières industrielles lorsqu'elles sont chauffées au rouge et que, par mégarde, on les alimente d'eau. Or, quand le fait se produit, la vaporisation considérable a lieu *en vertu du calorique emmagasiné déjà dans la tôle*, et non pas en vertu du calorique fourni par le foyer. En effet, MM. Christiaen et Clément accusent, dans leurs expériences, un maximum de 100^{kg} de vapeur par mètre carré et par heure, obtenus à l'air libre sur une tôle placée au-dessus du foyer ordinaire d'une chaudière poussée à sa plus grande activité. M. John Graham, en douze essais, n'a obtenu que $74^{kg},500$ de vapeur par mètre carré à l'heure dans les mêmes conditions; or ces deux chiffres ne représentent que la seizième partie à peine de la vaporisation produite *par la chaleur emmagasinée déjà* dans une tôle portée au rouge.

» Personnellement, je me suis mis dans les conditions de la pratique industrielle : j'ai mesuré la vaporisation dans des bacs en tôle de chaudière de 5^{mm}, 10^{mm} et 15^{mm} d'épaisseur du n° 3, portés préalablement au rouge cerise, soit à 900°, et j'ai fait *quarante et un essais* concordants.

» M. Witz, dans ses quatre premières expériences, a opéré sur la tôle à la température de l'atmosphère, surmontée d'eau froide, puis chaude, *et il a créé sous elle des foyers* d'intensité suffisamment croissante, par brûleurs Bunsen, chalumeau soufflé, chalumeau oxhydrique, feu de coke alimenté au soufflet de forge. Parmi ces foyers, le premier seul, par la vaporisation qu'il a produite, peut être comparé à celui des chaudières de l'industrie; les autres foyers, d'intensité très supérieure, donnent seulement des résultats concernant ces foyers spéciaux, mais qui ne peuvent en aucune façon être assimilés à ceux des chaudières de manufactures.

» Les deux derniers essais eux-mêmes, relatifs à une tôle portée au rouge placée au-dessus d'un feu de coke intense, qui lui ont donné 662^{kg} et 994^{kg} de vaporisation par mètre carré à l'heure, sont de la même nature que les précédents : en effet, sa Note constate que le rouge de la tôle s'est maintenu le même sous l'eau; par conséquent, sa température propre n'a pas changé; donc le foyer lui a fourni en chaque instant autant de chaleur qu'elle en dégageait elle-même; donc *la vaporisation obtenue mesure l'action du foyer spécial créé, et non celle de la chaleur emmagasinée dans la tôle.*

» Ce sont là des conditions différentes de la pratique industrielle. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la coexistence du pouvoir diélectrique et de la conductibilité électrolytique.* Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« 1. La méthode que j'ai appliquée à la mesure des constantes diélectriques ([1]) fournit en même temps la valeur de la résistance spécifique ρ de la matière diélectrique et conductrice que l'on étudie.

» Soit c la capacité du condensateur supposé à lame d'air, q sa charge correspondant à la différence de potentiel E; C la capacité initiale du condensateur à diélectrique, r sa résistance, Q sa charge au bout d'un temps t trop court pour que la polarisation atteigne une fraction appréciable de E. On a par des définitions

$$(1) \qquad q = c\mathrm{E} = \frac{\mathrm{C}}{k}\mathrm{E},$$

$$(2) \qquad \mathrm{Q} = \mathrm{CE} + \frac{\mathrm{E}}{r}t = \frac{\mathrm{E}}{t}(\mathrm{C}r + t).$$

En joignant à ces équations la relation bien connue

$$(3) \qquad \mathrm{C}r = \frac{k\rho}{4\pi},$$

dans laquelle ρ est évaluée en unités électrostatiques, il vient

$$(4) \qquad \frac{\mathrm{Q}}{q} = k + \frac{4\pi}{\rho}t,$$

d'où l'on déduit simultanément k et ρ. Cette double détermination ne com-

---

([1]) Voir p. 533 de ce Volume.

porte qu'une seule mesure absolue, celle de la durée d'oscillation de mon pendule interrupteur.

» 2. J'ai appliqué cette méthode à de bons isolateurs tels que la benzine, l'essence de térébenthine et le sulfure de carbone mêlés à quelques centièmes d'alcool absolu ou d'éther. L'addition du liquide conducteur élève la constante diélectrique du mélange à peu près proportionnellement à sa masse, de sorte qu'il est légitime de calculer par interpolation sa constante diélectrique propre. J'ai ainsi trouvé, pour l'alcool, à peu près 8. MM. Cohn et Arons [1], M. Rosa [2] avaient indiqué un nombre trois fois plus grand.

» Pour l'éther je trouve $k = 4,8$, nombre voisin des valeurs déterminées par M. Quincke [3], pour divers échantillons d'éther bien privé d'eau.

» Au point de vue de la résistance spécifique, les mélanges de benzine et d'alcool offrent une particularité remarquable; les premières traces d'alcool élèvent à peine la conductibilité qui, tout en croissant ensuite rapidement, demeure inférieure à celle que l'on calculerait par la règle des mélanges. On doit en conclure que la conductibilité de l'alcool appartient en majeure partie à des substances étrangères, probablement insolubles dans la benzine pure; et l'on est en droit de penser que, dans ces expériences sur les liquides, la conductibilité et le pouvoir diélectriques superposés n'appartiennent pas réellement aux mêmes molécules.

» 3. La même objection ne paraît pas applicable à d'autres expériences que j'ai réalisées sur les azotates alcalins pris à l'état solide, et particulièrement sur le mélange à équivalents égaux d'azotates de potasse et de soude.

» Un condensateur rigide est formé de disques de fer séparés par de petites cales de mica, et réunis par des vis de fer isolées par du mica et placées en regard des cales. On plonge ce condensateur dans le sel en pleine fusion; on chasse soigneusement les bulles à l'aide de lames de mica qu'on promène entre les disques, puis, au moment où le sel va commencer à se solidifier, on retire le condensateur. Le liquide, retenu par capillarité, forme entre les disques une couche solide adhérente et régulière. Il ne reste plus qu'à plonger l'appareil, encore chaud, dans un bain de paraffine fondue qui l'enveloppe d'une couche protectrice bien isolante et dénuée de pouvoir hygrométrique.

---

(1) Cohn et Arons, *Wied. Ann.*, t. XXXIII, p. 13; 1886.
(2) Rosa, *Phil. Mag.*, 5e série, t. XXXI, p. 188; 1891.
(3) Quincke, *Wied. Ann.*, t. XIX, p. 725; 1883.

» Les expériences donnent une valeur de k voisine de 4, et presque invariable dans des limites de température où la résistance spécifique, évaluée en ohms, a pu varier, par exemple, de $3,6.10^{11}$ à $2,6.10^{9}$, c'est-à-dire à peu près dans le rapport de 138 à 1.

» Ici la conductibilité ne peut être attribuée à une couche superficielle hygrométrique qui n'a pu se former, ni à des impuretés répandues dans la masse du sel; car celles-ci, si elles existent, posséderont seulement une conductibilité du même ordre que celle du sel lui-même. La conductibilité et le pouvoir diélectrique appartiennent donc à des molécules de même espèce.

» 4. Nous admettrons comme vraisemblable que, si les expériences pouvaient être étendues aux électrolytes vulgaires, elles donneraient des résultats de même nature, c'est-à-dire *des valeurs finies de la constante diélectrique k*. La distinction entre les diélectriques et les électrolytes résiderait donc uniquement dans l'ordre de grandeur de leur conductibilité. La polarisation diélectrique, établie dans un temps très court par rapport au dix-millième de seconde, correspondrait, dans le schéma de Grotthuss, à l'orientation initiale des molécules composées; la conductibilité, à leur rupture progressive. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le retard dans la perception des divers rayons spectraux.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Dans une Note précédente, du 20 juillet 1885, j'ai fondé une théorie des couleurs sur ce fait que les divers rayons de la lumière blanche sont perçus avec un certain retard, retard différent pour chacune des couleurs et croissant avec leur réfrangibilité.

» Ce fait important résultait indirectement d'une première série d'expériences démontrant que, pour mettre en jeu la sensibilité lumineuse, il y a une certaine perte de lumière que j'ai pu déterminer et qui croît des rayons rouges aux rayons les plus réfrangibles (*Comptes rendus*, 27 janvier 1879 et 28 décembre 1884).

» Dans des expériences d'un autre ordre et relatives à la persistance des impressions lumineuses, j'ai constaté plus tard (*Soc. de Biologie*, 24 mars 1888) que la première excitation d'une série d'excitations successives présentait un allongement apparent de la durée de sa persistance, lequel ne

s'explique que par un retard de perception variant avec la couleur dans le même sens que ci-dessus, c'est-à-dire augmentant du rouge au bleu.

» Or, à ces preuves indirectes du fait en question, je suis heureux de pouvoir ajouter aujourd'hui les preuves directes que voici :

» Lorsqu'on éclaire la fente d'un spectroscope avec une lumière instantanée blanche ou contenant de tous les rayons spectraux, on voit que toute l'étendue du spectre n'est pas illuminée à la fois, mais qu'il semble jaillir du rouge un éclair qui parcourt successivement jusqu'au violet, et avec une très grande vitesse, les diverses couleurs.

» Cette vitesse est si grande que le phénomène peut échapper à l'observation si l'attention n'est pas dirigée dans ce sens. Il est plus facilement appréciable dans la vision indirecte, lorsqu'on fixe soit un point hors du spectre, soit l'une des extrémités de ce dernier, la rouge ou la violette.

» Je l'ai observé soit avec une étincelle d'induction suffisamment brillante, soit avec des disques rotatifs obscurs à grande vitesse et portant un secteur de 2° ou 3° bien éclairé, soit avec un tel secteur tournant au devant d'un fond noir absolu (boîte tapissée de velours noir).

» Les observations doivent être assez écartées pour éviter toute fatigue de l'œil.

» Pour confirmer ces observations concordantes, d'ordres divers, il y avait lieu de chercher à utiliser cette succession d'actions des diverses couleurs pour décomposer la lumière blanche *dans le temps* comme elle l'a été dans l'espace.

» Une petite lumière pourrait être, par exemple, déplacée sur fond noir avec assez de vitesse pour que sur son passage les diverses sensations colorées n'aient pas le temps de naître au même endroit de la rétine et puissent se produire sur des points contigus.

» Mais il y avait, pour réussir, à concilier des conditions multiples et délicates : 1° sous le rapport de l'intensité lumineuse, qui ne devait être ni trop forte, pour éviter une trop grande persistance des couleurs et leur empiètement sur les suivantes, ni trop faible, afin que toutes les couleurs fussent perceptibles; 2° sous le rapport de la durée de l'excitation, qui devait être suffisamment courte pour éviter la continuation de l'action excitatrice des premières couleurs pendant l'apparition des autres, et en même temps assez longue pour ne pas diminuer au delà d'une certaine limite l'intensité lumineuse; 3° sous le rapport de la vitesse du déplacement de l'objet, qui devait permettre un étalement suffisant pour distinguer les couleurs les unes des autres, et en même temps pas trop étendu

pour affaiblir à l'excès les diverses parties de l'image étalée; 4° sous le rapport des conditions optiques, toute diffusion de l'image étant nuisible, et sous celui de la distance d'observation, qui doit être compatible avec la netteté et l'intensité lumineuse nécessaires; 5° enfin au point de vue de la fatigue de l'œil, qui doit à tout prix être évitée.

» Voici la méthode qui m'a permis de réaliser cette observation :

» Je fais tourner d'un mouvement uniforme au devant d'un fond noir absolu un secteur blanc renversé, c'est-à-dire une sorte de branche d'étoile, l'axe de rotation étant au milieu de la base large. Une longueur de 8^{cm} à 10^{cm}, une largeur à la base de 1^{cm} à $1^{cm},5$, une vitesse de deux à trois secondes par tour, et, comme lumière, un jour très clair sans soleil direct, sont des conditions favorables.

» Les durées d'éclairement et les vitesses de déplacement varient en sens contraire, pour les différentes zones du secteur, suivant leur distance au centre; la durée est à son minimum à la pointe, où la vitesse est au contraire la plus grande.

» C'est vers la pointe du secteur qu'on voit s'étaler, beaucoup plus sombres et diffuses que dans le spectre, mais nettement visibles, à la condition absolue que l'on maintienne le regard parfaitement immobile, les diverses couleurs successives, en commençant par le rouge et en finissant généralement par le vert, un peu plus étendu et à terminaison plus ou moins sombre.

» Les couleurs les plus réfrangibles, bleu et violet, ne font pas toujours défaut : il suffit parfois d'ouvrir brusquement l'œil fermé pour les apercevoir. On peut expliquer leur absence habituelle en admettant qu'elles sont masquées par le vert, beaucoup plus intense et par suite plus persistant; il ne faut pas oublier d'ailleurs que nous sommes vers la limite de la perception colorée, laquelle est très élevée pour les couleurs en question.

» Une autre explication plus hypothétique peut être donnée en suivant ma théorie des couleurs : les couleurs manquantes sont les complémentaires des couleurs perçues; or, s'il est vrai que les vibrations nerveuses complémentaires correspondent à des phases inverses l'une de l'autre, il pourrait y avoir ici destruction par interférence.

» Quoi qu'il en soit, ce ne sont pas là des couleurs de fatigue, ni des modifications spéciales de l'image consécutive, car elles devraient être alors bien plus marquées vers les parties plus larges du secteur, où elles font au contraire complètement défaut.

» La durée maximum de l'excitation compatible avec l'isolement des

couleurs ne dépasse guère quatre à cinq millièmes de seconde, mesure approximative. La bande noire que j'ai décrite dans une précédente Note (20 juillet 1891) se produit sensiblement plus tard, quinze à seize millièmes de seconde seulement après le début de la sensation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les fluorures de nickel et de cobalt anhydres et cristallisés*. Note de M. C. **Poulenc**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans un important Mémoire paru aux *Annales de Chimie* (¹), en 1856, M. Fremy fit connaître la préparation d'un certain nombre de fluorures anhydres et hydratés.

» L'année suivante, Henri Sainte-Claire Deville (²) ajoutait à cette liste les sesquifluorures d'aluminium, de fer et de chrome, tous trois très bien cristallisés. Plus récemment, M. Moissan a démontré qu'en prenant des solutions très étendues on pouvait obtenir, par double décomposition, les fluorures alcalino-terreux en cristaux microscopiques (³). Malgré ces recherches le nombre des fluorures anhydres cristallisés connus est assez restreint. La méthode que nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie a pour but de combler cette lacune; nous l'exposerons avec quelques détails.

» M. Fremy a préparé les fluorures anhydres de potassium, de plomb, d'étain et d'argent en calcinant, soit les fluorhydrates de fluorures, soit les fluorures neutres hydratés, qui peuvent être desséchés sans former des oxyfluorures.

» On obtient dans le premier cas des corps cristallisés, mais les fluorhydrates de fluorures des métaux, autres que ceux des métaux alcalins, n'ont pu être isolés jusqu'ici à cause de leur facile dissociation; on n'obtient dans le second cas que des corps amorphes et le nombre des fluorures hydratés susceptibles de se déshydrater sans décomposition est très restreint.

» Nous nous sommes adressé dans nos recherches aux fluorures doubles

---

(¹) Fremy, *Recherches sur les fluorures* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. XLVII, p. 5).

(²) Sainte-Claire Deville, *Des sesquifluorures métalliques* (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XLIX, p. 79).

(³) H. Moissan, *Sur les fluorures de calcium et de baryum cristallisés* (*Bulletin de la Société chimique*, 3ᵉ série, t. V, p. 152).

anhydres dont nous avons fait connaître déjà [1] le mode de préparation.

» Lorsque l'on fait réagir un excès de fluorure d'ammonium sur les chlorures anhydres, que l'on maintient le tout en fusion pendant un quart d'heure et qu'on laisse refroidir lentement, on obtient une masse qui contient le fluorure double ammonique et le chlorure d'ammonium résultant de la réaction [2]

$$\mathrm{MCl}^n + n\,\mathrm{AzH^4F} = \mathrm{NiF}^n.\,n\,\mathrm{AzH^4F} + n\,\mathrm{AzH^4Cl}.$$

» La masse étant entièrement soluble dans l'eau, on ne peut éliminer le chlorure d'ammonium par cet agent. Il est impossible de le volatiliser par une élévation plus grande de température; car il se produit dans ce cas une réaction inverse de celle qui nous a donné le fluorure double et l'on n'a plus, vers 800°, qu'un résidu de chlorure métallique.

» Nous avons été obligés de recourir aux lavages à l'alcool fort et bouillant; ce dernier dissout très rapidement le chlorure d'ammonium et abandonne à l'état de pureté le fluorure double ammonique.

» Ce fluorure double est une poudre amorphe, très soluble dans l'eau, mais insoluble dans l'alcool. Elle se décompose au rouge sombre, en fluorure d'ammonium qui se volatilise et en fluorure métallique amorphe. Cette décomposition doit être effectuée dans un gaz inerte, afin d'empêcher la transformation du fluorure en oxyde ou en oxyfluorure.

» Enfin ce fluorure amorphe, chauffé à des températures variables dans l'acide fluorhydrique anhydre, se transforme en fluorure cristallisé.

» Cette méthode consiste donc à obtenir d'abord le fluorure amorphe par décomposition du fluorure double ammonique, et à le faire ensuite cristalliser en présence de vapeurs d'acide fluorhydrique anhydre. Cette méthode, d'un emploi général, nous a donné d'excellents résultats et nous a conduits à la production de nombreux fluorures anhydres et cristallisés. Nous décrirons aujourd'hui le fluorure de nickel et de cobalt.

» *Fluorure de nickel* $\mathrm{NiF^2}$. — Le fluorure double de nickel et d'ammo-

---

(1) C. Poulenc, *Action du fluorure de potassium sur les chlorures anhydres. Préparation des fluorures doubles anhydres de nickel et de potassium, de cobalt et de potassium* (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 746).

(2) C'est par erreur de transcription que nous avons attribué dans notre dernière Note à l'Académie (*Ibid.*, t. CXIV, 747) aux fluorures doubles potassiques les formules $\mathrm{NiFl^2.2KF}$ et $\mathrm{CoF^2.KF}$. Il faut écrire : $\mathrm{NiF^2.2KF}$ et $\mathrm{CoF^2.2KF}$, ainsi que cela résulte des chiffres trouvés dans nos analyses.

nium est une poudre jaunâtre amorphe, soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. Sa décomposition par la chaleur donne le fluorure de nickel amorphe, composé également jaune, qui est presque insoluble dans l'eau. Sa transformation en fluorure cristallisé s'effectue de la façon suivante.

» Le fluorure amorphe est placé dans une nacelle de platine qu'on introduit dans un tube de même métal. Ce tube, qui est parcouru durant l'opération par un courant continu d'acide fluorhydrique, est entouré d'un manchon en terre réfractaire. Le tout est porté au rouge blanc, dans un four Wiesnegg à retour de flammes, au moyen d'un chalumeau Schlœsing alimenté par de l'air comprimé. La température de 1200° à 1300° est maintenue pendant une demi-heure environ. Après refroidissement complet dans l'acide fluorhydrique, on trouve le fluorure amorphe complètement transformé en fluorure de nickel cristallisé. Le tube de platine est tapissé de belles aiguilles vertes, très brillantes, dues à la volatilisation partielle du fluorure cristallisé, mais on ne remarque aucune trace de corps fondu. Le fluorure de nickel, dans notre expérience, se volatilise donc sans fondre.

» Le fluorure de nickel se présente sous forme de prismes allongés d'un beau vert. Il est presque insoluble dans l'eau, environ $\frac{1}{5000}$, et complètement insoluble dans l'alcool et l'éther. Les acides chlorhydrique, azotique et sulfurique ne l'attaquent pas, même à chaud; ce qui semble l'éloigner du chlorure de nickel pour le rapprocher de l'oxyde vert cristallisé. Sa densité est de 4,63 par rapport à l'eau.

» Chauffé en présence de l'air, il se transforme en oxyde de nickel. Le soufre donne du sulfure de nickel noir. L'hydrogène le réduit au rouge, propriété dont nous nous sommes servi pour doser le nickel à l'état métallique.

» La vapeur d'eau le décompose avec production d'un oxyde noir conservant la forme cristalline du fluorure. A plus haute température, il se forme de l'oxyde vert, conservant toujours la même forme. L'hydrogène sulfuré le transforme, au rouge, en sulfure jaune cristallisé et acide fluorhydrique. Le gaz acide chlorhydrique décompose à chaud le fluorure de nickel avec production de chlorure. Les carbonates alcalins fondus le transforment en oxyde de nickel et fluorure alcalin.

» *Fluorure de cobalt* CoF^2. — Le fluorure de cobalt est une poudre rosée assez soluble dans l'eau.

» Chauffé dans les mêmes conditions que le nickel dans l'acide fluorhydrique anhydre, il commence par fondre en une masse rouge rubis translucide à cassure nettement cristalline. Ce fluorure fondu ne se volatilise que très difficilement et à une température voisine de 1400°. Il se différencie donc nettement du fluorure de nickel qui se volatilise sans fondre.

» *Propriétés*. — Le fluorure de cobalt anhydre et cristallisé se présente sous forme de petits prismes roses et ramifiés. Il est un peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et l'éther. Sa densité est de 4,43.

» Les acides chlorhydrique, azotique et sulfurique l'attaquent lentement à froid, mais plus rapidement à chaud. Les propriétés chimiques du fluorure de cobalt sont en tout conformes à celles du fluorure de nickel : nous nous dispenserons de les énumérer [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxyde azotique sur les métaux et sur les oxydes métalliques*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens**.

« L'action de l'oxyde azotique (bioxyde d'azote) sur les métaux et sur les oxydes a été peu étudiée. On sait seulement que le potassium, le sodium, chauffés dans ce gaz, le réduisent en azote, et qu'il en est de même de l'arsenic, du fer, du zinc chauffés au rouge. Ces derniers effets pourraient d'ailleurs être attribués aux produits de destruction de l'oxyde azotique par la chaleur. Ce gaz subit en effet à la température du rouge une décomposition lente, déjà très manifeste à 550°, comme l'a montré M. Berthelot.

» Nous avons repris cette étude en faisant agir l'oxyde azotique à une température basse, incapable de le détruire et toujours inférieure à 500°.

» Le gaz a été préparé par l'action de l'acide azotique sur une solution chaude et concentrée de sulfate ferreux : il était séché avec soin et n'était utilisé que lorsqu'il était tout à fait pur.

» 1° *Métaux*. — Les métaux inoxydables à l'air, argent, platine, etc., ne sont pas oxydés par l'oxyde azotique.

» Le mercure liquide, chauffé progressivement jusqu'à l'ébullition, s'y maintient parfaitement brillant. Sa vapeur ne subit encore à 450° aucune oxydation appréciable.

» L'aluminium (en limaille) n'est pas plus altéré. Les métaux usuels, oxydables à l'air, pris à l'état fondu, en lames, ou même en limailles, ne s'oxydent que très imparfaitement dans l'oxyde azotique, même quand on chauffe jusqu'au rouge sombre : le cuivre, le fer, le cadmium, le zinc se recouvrent seulement d'une couche superficielle d'oxyde. Le plomb s'oxyde plus rapidement en donnant de la litharge jaune.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

» Il n'en est plus ainsi des métaux obtenus à l'état divisé en réduisant les oxydes par l'hydrogène : l'oxyde azotique agit sur eux à une température où il est encore parfaitement stable, et il les transforme totalement en oxydes qui sont habituellement différents de ceux que donneraient l'oxygène ou l'air.

» Le *nickel* réduit, chauffé à 200° dans l'oxyde azotique, brûle avec une vive incandescence en donnant du protoxyde jaune verdâtre : dans l'air l'incandescence est moins vive, et le protoxyde est toujours mélangé de sesquioxyde noir.

» Le *cobalt* réduit, chauffé à 150° dans l'oxyde azotique, fournit avec une vive incandescence du protoxyde marron; dans l'air, on obtient l'oxyde intermédiaire CO^3O^4 noir.

» Le *fer*, réduit du peroxyde par un courant prolongé d'hydrogène au rouge, s'oxyde dans l'oxyde azotique à partir de 200°; l'incandescence est vive, et l'on a du protoxyde gris noir (fer pour 100 : trouvé 77,0; calculé 77,7).

» Le *cuivre* réduit s'oxyde de même à partir de 200° dans l'oxyde azotique et se transforme totalement en oxydule Cu^2O, rouge cochenille très homogène. Au rouge sombre, l'incandescence a lieu, sans doute amorcée par un peu d'oxygène devenu libre; néanmoins, le produit est identique, mais plus brillant et de couleur fort belle. Dans l'air, on aurait formation d'oxyde noir CuO.

» Nous avons incidemment essayé l'action de l'oxyde azotique sur l'hydrure de *palladium*. La mousse de palladium, préalablement saturée d'hydrogène, n'exerce à froid aucune action appréciable sur l'oxyde azotique; mais, en élevant la température vers 200°, on observe une incandescence très nette. L'oxyde d'azote est, à ce moment, transformé totalement en eau et *ammoniaque*, sans qu'il y ait oxydation simultanée du métal. Il convient d'ajouter que son oxydation spontanée n'a jamais lieu dans l'air au-dessous du rouge ([1]).

» 2° *Oxydes inférieurs*. — Nous avons soumis à l'action de l'oxyde azotique un certain nombre d'oxydes inférieurs préparés pour la plupart en réduisant par l'hydrogène un oxyde supérieur.

» L'oxyde *manganeux* MnO vert jaune, obtenu par l'action de l'hydrogène sur le peroxyde, s'oxyde sans incandescence dans l'oxyde azotique et fournit de l'oxyde Mn^3O^4, brun clair. Dans l'air, on obtient ce dernier

---

([1]) L'action de l'hydrure de palladium est semblable à celle bien connue de la mousse de platine sur un mélange d'hydrogène et d'oxyde azotique.

oxyde, plus ou moins mélangé de sesquioxyde. On peut en conclure que le manganèse donnerait des résultats identiques : c'est d'ailleurs ce que M. Güntz a trouvé directement dans un travail récent ([1]).

» Le *bioxyde de tungstène* TuO^2, brun, préparé par l'action prolongée de l'hydrogène sur l'acide tungstique au rouge sombre, réagit au-dessous de 500° sur l'oxyde azotique : on observe une vive incandescence, et il reste de l'oxyde bleu Tu^2O^5. Dans les mêmes conditions, l'air régénère l'acide tungstique TuO^3, mêlé à un peu d'oxyde bleu.

» Le *bioxyde d'uranium* UO^2, marron, a été préparé par l'action de l'hydrogène sur l'oxyde uranique orangé UO^3. Ce bioxyde, chauffé au-dessous de 500° dans l'oxyde azotique, s'oxyde avec une incandescence assez vive en donnant l'oxyde noir U^2O^5. Dans l'air, on obtient, sans incandescence notable, l'oxyde U^3O^8, vert jaunâtre.

» Le *sesquioxyde de molybdène* Mo^2O^3, noir, a été préparé en maintenant au rouge sombre dans l'hydrogène l'acide molybdique MoO^3. Ce sesquioxyde, chauffé dans l'acide azotique, fournit une vive incandescence en donnant du bioxyde MoO^2 violet. Au contraire, l'air régénère avec une faible incandescence l'acide molybdique primitif MoO^3 blanc.

» Le *sesquioxyde de titane* Ti^2O^3, préparé en réduisant par l'hydrogène l'acide titanique TiO^2, est brun noir. Chauffé doucement dans l'oxyde azotique, il s'oxyde sans incandescence et régénère l'acide titanique blanc ([2]). Il en est de même dans l'air.

» L'*oxyde stanneux* brun SnO, chauffé au-dessous de 500° dans l'oxyde azotique, brûle avec une vive incandescence et se transforme en oxyde stannique blanc très léger. Ici encore, l'air se comporte d'une manière analogue.

» L'*oxyde cuivreux* rouge Cu^2O, préparé à l'avance, n'est pas oxydé par l'oxyde azotique : au contraire, l'air le transforme très aisément en oxyde cuivrique noir CuO.

» Le *sesquioxyde de vanadium*, Va^2O^3, noir, obtenu par l'action de l'hydrogène sur l'acide vanadique orangé Va^2O^5, ne paraît pas modifié dans l'oxyde azotique au-dessous de 500°, et conserve ses caractères chimiques primitifs. Au contraire, cet oxyde, légèrement chauffé dans l'air, brûle comme de l'amadou en se transformant en bioxyde VaO^2 noir bleuté, immédiatement soluble en bleu dans les acides.

([1]) *Bull. Soc. Chim.*, t. VII, p. 278; 1892.

([2]) Il n'y a pas de formation d'azoture.

» L'oxyde azotique tend à se transformer en peroxyde d'azote (acide hypoazotique) par fixation d'un atome d'oxygène, et peut par conséquent, dans certains cas, agir comme réducteur. C'est ce qui a lieu avec certains peroxydes : nous aurons l'honneur d'adresser prochainement à l'Académie une Note sur ce sujet. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermochimique de la guanidine, de ses sels et de la nitroguanidine.* Note de M. C. MATIGNON.

« La difficulté d'obtenir la guanidine bien exempte d'humidité m'a obligé à déterminer sa chaleur de formation en passant par l'intermédiaire de ses sels.

» *Azotate de guanidine* $AzO^3H.CAz^3H^5$. — Sa combustion dans la bombe calorimétrique est complète, grâce à l'acide nitrique qu'il contient; j'ai trouvé $+ 207^{Cal},8$ pour la chaleur de combustion à pression constante, ce qui entraîne pour la formation :

$$C + O^3 + H^6 + Az^4 = AzO^3H.CAz^3H^5 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +93^{Cal},5$$

La chaleur de dissolution à 10° ($\frac{1}{4}$ mol. = 1^{lit}) est égale à $-10^{Cal},15$.

» *Sulfate de guanidine* $SO^4H^2.2CAz^3H^5$. — Je prépare ce sel en décomposant le carbonate de guanidine par la quantité calculée d'acide sulfurique; c'est un corps très soluble dans l'eau, cristallisant avec une demi-molécule d'eau de cristallisation qu'il perd vers 110°. La chaleur de dissolution du sel anhydre mesurée à 10° est $-6^{Cal},75$. J'ai décomposé par la baryte les solutions de sulfate de guanidine, puis j'ai neutralisé la guanidine obtenue par l'acide nitrique pour passer au nitrate de guanidine; ces deux expériences donnent les relations thermiques suivantes :

$$SO^4H^2.2CAz^3H^5 \text{ diss.} + Ba(OH)^2 \text{ diss.}$$
$$= SO^4Ba \text{ précip.} + 2CAz^3H^5 \text{ diss.} + 2H^2O \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 5^{Cal},8$$
$$CAz^3H^5 \text{ diss.} + AzO^3H = AzO^3H.CAz^3H^5 \text{ diss} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +14^{Cal},12$$

» *Guanidine* CAz^3H^5. — Pour déterminer la chaleur de formation de la guanidine, il suffit, avec les données précédentes, de connaître sa chaleur de dissolution. La guanidine est préparée en décomposant son sulfate par la baryte : la solution filtrée est évaporée dans le vide sur l'acide sulfurique; on obtient ainsi une masse cristalline un peu jaunâtre, très caustique.

» La guanidine est très déliquescente, aussi est-il presque impossible

de la débarrasser des dernières traces d'humidité; celle dont je me suis servi dans les expériences de dissolution contenait encore 0,38 H^2O par molécule. Dissoute dans l'eau et l'acide nitrique, la guanidine m'a donné $+1^{Cal},25$ et $+15^{Cal},40$; la différence entre ces deux nombres, $14^{Cal},15$, représente la chaleur de neutralisation de la guanidine par l'acide nitrique, quantité trouvée plus haut par une détermination directe. On en déduit :

$$AzO^3H \text{ sol.} + CAz^3H^5 \text{ sol.} = AzO^3H.CAz^3H^5 \text{ sol} \ldots \quad +32^{Cal},1$$

équation qui permet de calculer la chaleur de formation de la guanidine solide : $+19^{Cal},2$.

» Cette même équation définit la valeur de la fonction basique de la guanidine. On voit que c'est une base puissante qui vient se placer entre la baryte et la soude, dont les nombres correspondants sont $+31^{Cal},7$ et $+36^{Cal},4$. La formule de constitution

$$C \begin{cases} \diagup AzH^2 \\ = AzH, \\ \diagdown AzH^2 \end{cases}$$

où sont groupés autour du même carbone deux groupements AzH^2, rend compte jusqu'à un certain point de la forte basicité de la guanidine.

» Il paraissait infiniment probable, d'après l'examen de cette formule, que la guanidine devait posséder une seconde fonction basique; pour résoudre la question, j'ai dissous l'azotate de guanidine dans une solution nitrique à $\frac{1}{2}$ molécule au litre : la chaleur de dissolution fut trouvée exactement la même que dans l'eau; d'autre part, en mêlant des solutions d'acide azotique et de nitrate de guanidine, il ne se produit aucun dégagement de chaleur. Il résulte de là que, contrairement à ce que semble indiquer la formule, la guanidine n'a qu'une seule fonction basique; comme le groupement AzH est négatif, il faut en conclure qu'il a pour effet de compenser la tendance à la basicité imprimée par le second terme AzH^2.

» *Nitroguanidine* $CAz^3H^4AzO^2$. — Pour des raisons que j'ai exposées dans une Note précédente, j'ai été conduit à étudier la nitroguanidine, où le groupement substitué AzO^2 est lié à l'azote. J'ai préparé ce corps par le procédé de M. Thiele [1], qui l'a découvert récemment. C'est une substance très soluble dans l'eau chaude, peu soluble dans l'eau froide, où elle se dépose en belles aiguilles blanches floconneuses qui sont anhydres.

---

[1] *Moniteur scientifique*, 4e série, t. V, p. 1117.

La chaleur de combustion à pression constante est $+ 210^{Cal},3$, d'où l'on déduit $+ 22^{Cal}$ pour la chaleur de formation à partir des éléments.

» L'équation génératrice de la nitroguanidine, à partir de la guanidine et de l'acide nitrique, est la suivante

$$CAz^3H^5 \text{ sol.} + AzO^3H \text{ liq.} = CAz^3H^4(AzO^2) \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} \ldots \quad + 30^{Cal},3$$

où le dégagement de chaleur est inférieur aux dégagements constatés dans la formation analogue des dérivés nitrés monosubstitués avec liaison au carbone [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les dérivés disodiques des trois diphénols isomères*. Note de M. DE FORCRAND.

« La préparation des dérivés disodiques des trois diphénols (pyrocatéchine P., résorcine R., hydroquinone H.) ne présente pas de difficultés nouvelles. J'ai pu les obtenir en opérant comme pour les dérivés monosodiques, mais en dissolvant deux équivalents de sodium. Chaque molécule de diphénol (110^{gr}) donne 154^{gr} de produit.

» La P. disodée est un corps pulvérulent, incolore dans l'hydrogène; elle devient bientôt grise à l'air, puis noire en se liquéfiant.

» La R. disodée a le même aspect dans l'hydrogène; à l'air elle devient rapidement brune et se liquéfie très vite en absorbant la vapeur d'eau. Elle est encore plus hygroscopique que le dérivé monosodé.

» L'H. disodée forme des croûtes dures, toujours un peu colorées, même dans l'hydrogène. A l'air elle donne bientôt une poudre d'un beau bleu foncé qui devient noir au bout de quelques heures.

» Cependant, avec quelques précautions, on peut conserver ces substances presque inaltérées et les étudier :

Analyses :

	Alcalimétrie.	Sulfate.	Calculé pour $C^{12}H^4Na^2O^4$.
P	29,83	29,86	29,87
R	29,74	29,69	
H	29,72	29,30	

» La dissolution de chacun de ces composés dans 6^{lit} d'eau, à $+ 20°$, a donné

P..... $+ 12^{Cal},09$ R..... $+ 20^{Cal},51$ H..... $+ 20^{Cal},70$

[1] C. MATIGNON, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1197.

» Elle est complète en deux ou trois minutes et peut être faite dans le calorimètre ouvert. Seule l'hydroquinone disodée s'oxyde un peu, comme l'indique la marche du refroidissement après l'expérience; la chaleur de dissolution obtenue pour ce composé peut donc être trop élevée, probablement de deux ou trois dixièmes de calorie.

» Enfin les chaleurs de neutralisation ont donné, pour les réactions,

$$C^{12}H^5NaO^4 (1 \text{ éq.} = 4^{\text{lit}}) + NaHO^2 (1 \text{ éq.} = 2^{\text{lit}}),$$

P..... $+1^{\text{Cal}},48$ R..... $+7^{\text{Cal}},10$ H..... $+6^{\text{Cal}},18$

nombres très voisins de ceux obtenus par MM. Berthelot et Werner à $+10°$, soit : $+1,405$, $+7,36$ et $+6,36$.

» On peut dès lors calculer la réaction suivante

$$C^{12}H^6O^4 \text{ sol.} + Na^2 \text{ sol.} = H^2 \text{ gaz.} + C^{12}H^4Na^2O^4 \text{ sol.},$$

P..... $+78^{\text{Cal}},05$ R..... $+77^{\text{Cal}},19$ H.... $+74^{\text{Cal}},72$

et comme le premier équivalent du métal

$$C^{12}H^6O^4 \text{ sol.} + Na \text{ sol.} = H \text{ gaz.} + C^{12}H^5NaO^4 \text{ sol.}$$

dégage

P..... $+44^{\text{Cal}},29$ R..... $+38^{\text{Cal}},70$ H.... $+39^{\text{Cal}},15$

on en déduit, pour le second équivalent de sodium,

$$C^{12}H^5NaO^4 \text{ sol.} + Na \text{ sol.} = H \text{ gaz.} + C^{12}H^4Na^2O^4 \text{ sol.},$$

P.... $+33^{\text{Cal}},76$ R.... $+38^{\text{Cal}},49$ H... $+35^{\text{Cal}},57$ (1)

» La comparaison de ces nombres fournit des résultats nouveaux :

» 1° Pour la pyrocatéchine, la valeur totale est $+78,05$ et la valeur moyenne $+39,025$, précisément le nombre que donne le phénol ordinaire, comme je le prévoyais (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1011). Il y a donc analogie complète entre ces faits et ceux que j'ai observés pour les alcools monoatomiques primaires de la série grasse comparés au glycol. La première fonction paraît plus acide que le phénol ordinaire et la seconde offre une différence égale et de signe contraire, apparence que l'on peut attribuer, comme dans le cas du glycol, à une combinaison intramoléculaire de la seconde fonction libre avec celle qui a subi la substitution. Pour la pyrocatéchine, cette combinaison dégagerait $+5^{\text{Cal}},26$; avec le glycol

---

(1) Pour le calcul des réactions à partir de $NaHO^2$ ou $2NaHO^2$ sol., et avec formation de H^2O^2 ou de $2H^2O^2$ sol., il suffirait de retrancher des nombres précédents la valeur constante $+31,87$ ou $+31,87 \times 2$.

j'avais trouvé + 5,67 (glycol liquide) et + 4,34 (glycol solide). L'analogie est donc complète; mais elle ne se poursuit pas au delà.

» 2° Avec la résorcine, les deux fonctions phénoliques n'étant plus contiguës, je pensais que l'écart entre les deux valeurs serait moindre. Il en est bien ainsi, car les deux nombres + 38,70 et + 38,49 sont sensiblement identiques.

» La combinaison intramoléculaire ne se forme donc pas. En outre, chacun de ces deux nombres est notablement inférieur à $+ 39^{Cal}$, aussi bien que leur valeur moyenne + 38,60. Il est vrai que la différence est faible ($\frac{1}{100}$ de la valeur totale), mais elle est plus grande que les erreurs possibles des expériences. On est donc autorisé à conclure que la séparation des deux fonctions C — OH par un CH non seulement diminue l'énergie de la combinaison moléculaire, mais rend plus faible l'acidité moyenne et, par suite, l'acidité totale.

» 3° L'hydroquinone participe à la fois des propriétés de la pyrocatéchine et de celles de la résorcine. D'une part, la différence entre les deux valeurs successives + 39,15 et + 35,57 reprend une valeur appréciable; la combinaison moléculaire dégagerait $+ 1^{Cal},79$. De l'autre, la valeur moyenne est $+ 37^{Cal},36$, bien inférieure à $+ 39^{Cal}$, même en tenant compte de l'oxydation assez rapide de l'hydroquinone disodée dissoute, dont on ne peut pas mesurer la chaleur de dissolution très exactement; la valeur moyenne resterait toujours inférieure à $+ 39^{Cal}$ d'au moins $1^{Cal},5$ environ. Il en résulte que la fonction libre paraît se combiner avec la première fonction phénol substituée, comme dans le cas de la pyrocatéchine, mais avec une énergie moindre. On connaît d'ailleurs d'autres faits d'ordre chimique qui indiquent aussi une analogie plus étroite entre les dérivés ortho et para qu'entre les composés ortho et méta. En outre, la séparation plus complète des deux fonctions phénoliques par deux CH diminue de plus en plus la valeur moyenne de l'acidité. Les théories actuelles n'expliquent pas ces deux résultats en apparence contradictoires.

» Quoi qu'il en soit, on voit que la valeur de la fonction phénol n'est absolument constante que lorsque les deux fonctions sont contiguës; elle diminue, et de plus en plus, lorsqu'elles sont séparées par des radicaux hydrocarbonés, mais les différences sont faibles, et la valeur moyenne est *à peu près* constante.

» L'étude thermique des acides phtaliques, faite par M. Colson, indique aussi une diminution croissante pour les trois isomères, la réaction

$$\text{acide phtalique solide} + Na^2 \text{ sol.} = H^2 \text{ gaz.} + \text{phtalate neutre solide}$$

dégageant

ortho : $+ 53,99 \times 2$, méta : $+ 52,23 \times 2$, para : $+ 51,68 \times 2$ (1).

» Les différences sont ici beaucoup plus considérables, mais de même sens et aussi nettes que celles que j'ai observées pour les phénols.

» Il en est de même pour les diacides de la série grasse, ainsi que M. Massol l'a fait remarquer récemment; les différences sont alors beaucoup plus grandes.

» On pourrait se demander si elles ne se retrouvent pas pour les dialcools lorsque les deux fonctions, au lieu d'être contiguës, comme pour les alcools que j'ai pu étudier jusqu'ici, sont séparées par des groupements hydrocarbonés. Mais il est probable que l'écart serait beaucoup moindre, puisque nous le voyons augmenter des phénols aux acides aromatiques, puis aux acides gras. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide pyrotartrique normal ou glutarique.* Note de M. **G. Massol.**

« Continuant mes recherches sur les diacides de la série oxalique, j'ai étudié thermiquement les sels de potasse du quatrième terme de la série.

» 1° Chaleur de dissolution de l'acide glutarique :

pm = 132 éq. dans 4^{lit} absorbent....... $-5^{Cal},36$ (vers 20°)

» 2° Glutarate acide de potasse. Chaleur de neutralisation :

$C^5H^8O^4(pm = 4^{lit}) + KOH(pm = 2^{lit})$......... $+13^{Cal},73$

Le sel anhydre se dissout dans l'eau avec absorption de chaleur $-4^{Cal},44$.

» 3° Glutarate neutre de potasse. Chaleur de neutralisation :

$C^5H^7O^4K(pm = 6^{lit}) + KOH(pm = 2^{lit})$.... $+12^{Cal},65$

$C^5H^8O^4(pm = 4^{lit}) + 2KOH(pm = 2^{lit})$.... $+26^{Cal},38$

» Le sel neutre anhydre se dissout dans l'eau avec dégagement de chaleur : $+4^{Cal},57$.

» 4° Chaleur de formation des glutarates solides :

	Cal
$C^5H^8O^4$ sol. + KOH sol. = $C^5H^7O^4K$ sol. + H^2O sol....	+26,70
$C^5H^7O^4K$ sol. + KOH sol. = $C^5H^6O^4K^2$ sol. + H^2O sol....	17,53
$C^5H^8O^4$ sol. + 2KOH sol. = $C^5H^6O^4K^2$ sol. + $2H^2O$ sol....	44,23

(1) Ces nombres ne sont pas ceux publiés aux *Comptes rendus* (t. CI, p. 246), lesquels me paraissent exactement calculés. J'ai dû les déduire des expériences décrites par M. Colson dans son Mémoire.

» 5° Ce résultat vient confirmer mes observations sur les acides organiques bibasiques à fonctions simples ([1]):

» *Dans la série oxalique (acides normaux), la chaleur de formation des sels diminue à mesure que le poids moléculaire augmente.*

» 6° Si l'on compare ce résultat avec celui que j'ai publié pour l'acide pyrotartrique β ou méthyl-succinique ([2])

$$C^5H^8O^4 \text{ sol.} + 2KOH \text{ sol.} = C^5H^6O^4K^2 \text{ sol.} + 2H^2O \text{ sol.} \ldots \quad +45^{Cal},18$$

on observe que l'acide normal dégage moins de chaleur que l'acide non normal. Le même fait peut être constaté en comparant les chaleurs de formation du succinate neutre de potasse $+ 46^{Cal},46$ et de l'isosuccinate ou méthylmalonate de potasse $+ 49^{Cal},12$.

» *Les chaleurs de formation des sels des diacides organiques normaux sont inférieures à celles de leurs isomères non normaux.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude sur la décomposition des diazoïques.* Note de MM. **J. Hausser** et **P.-Th. Muller**, présentée par M. Friedel.

« Dans notre dernière Note ([3]) nous avons donné la vitesse de décomposition du sulfate de paradiazotoluène. Nous avons jugé utile d'examiner de près le sulfate de diazobenzène, type primitif, avant de parler des isomères du diazotoluène. Nous avons d'ailleurs rencontré des difficultés inattendues dans l'étude de ce corps : à partir d'une certaine concentration, il ne donne plus les résultats nets des corps examinés jusqu'à présent. La courbe des vitesses ainsi que celle des volumes d'azote dégagé ([4]) ne sont plus des hyperboles; chacune de ces courbes présente un point d'inflexion. Pour pouvoir connaître tout de même la constante C à l'origine, pour des concentrations supérieures, nous avons cherché la vitesse de décomposition à l'origine. Le phénomène de décomposition est donné par l'équation

$$\frac{dx}{d\theta} = C(A - x) + 2\frac{k}{\lambda}x(\mu + x).$$

Cette équation s'est toujours vérifiée jusqu'à présent; nous avons en outre pu la vérifier sur le sulfate de diazobenzène pour des concentrations inférieures à 10 molécules sur 10000 du mélange; il nous semble par conséquent logique d'admettre que, pour des concentrations supérieures, elle régit au début le phénomène.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1062.
(2) *Ibid.*, t. CXIV, p. 1373.
(3) *Ibid.*, p. 761.
(4) *Ibid.*, p. 669.

» Pour $x = 0$ cette équation devient

$$\left(\frac{dx}{d\theta}\right)_0 = CA.$$

Or $\left(\frac{dx}{d\theta}\right)_0$ est la vitesse de décomposition à l'origine ; par extrapolation graphique, il est facile de la déterminer et d'arriver par ce moyen à C. Nous avons d'ailleurs comparé les C trouvés par cette méthode avec ceux trouvés par l'ancienne, et nous montrerons par un Tableau comparatif qu'ils ne diffèrent que très peu.

» *Influence du noyau benzénique sur la vitesse de décomposition.* — Nous avons indiqué dans notre Note ([1]) que la vitesse de décomposition des diazoïques n'est pas toujours exprimée par la formule

$$(1) \qquad \frac{dx}{d\theta} = C(A - x),$$

mais que pour certains de ces corps elle est exprimée par

$$(2) \qquad \frac{dx}{d\theta} = C(A - x) + 2\frac{k}{\lambda}x(\mu + x).$$

» Nous avons reconnu, depuis, que cette dernière formule est celle qui est générale et que l'autre ne s'applique que dans certains cas. Le terme ralentissant, $2kx(\mu + x)$, qui s'introduit dans le second membre de l'équation (2) est dû aux produits de décomposition des diazoïques, qui sont phénols et acides. Pour connaître l'action qui revient à chaque catégorie de ces corps, nous avons déterminé la vitesse de décomposition :

» 1° D'un mélange de sulfate de diazobenzène et de phénol (quantités équimoléculaires) ;

» 2° D'un mélange de diazoïque et d'acide sulfurique.

» Nous avons trouvé que l'action ralentissante provenait exclusivement du phénol. Ce fait permettait de croire que diazoïque et phénol forment une combinaison qui serait dédoublable par l'eau. On pourrait, en effet, concevoir qu'on ait

$$C^6H^5 \cdot Az^2SO^4H + C^6H^5, OH = C^6H^5Az^2OC^6H^5 + H^2SO^4.$$

» M. Hirsch a d'ailleurs déjà émis cette hypothèse ([2]) ; mais nous croyons que ce n'est pas là la véritable explication. Nous avons reconnu que l'action ralentissante ne revient pas seulement aux corps phénoliques, mais à toute espèce de corps qui dérivent du benzène. Ainsi l'acide benzoïque, l'acide phénylsulfonique, l'aldéhyde benzoïque se comportent

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 669.

([2]) *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXIII, p. 3705.

comme le phénol, et il est fort probable que ce soit la présence du noyau benzénique qui exerce cette action. Prend-on des corps de la série grasse, on n'observe rien d'analogue. L'alcool, l'acide oxalique, le sucre, mélangés en quantités équimoléculaires avec le sulfate de diazobenzène, n'influencent pour ainsi dire pas la constante C.

» *Sulfate de diazobenzène.* — Ce corps se prépare facilement, d'après la méthode de M. Knœvenagel, légèrement modifiée et que nous indiquerons plus tard. Séché dans le vide, il est assez stable sous cloche. Le même échantillon, examiné dans les mêmes conditions, à huit jours d'intervalle, a donné les mêmes résultats. Mais, au bout d'un certain temps, il subit une espèce de transposition moléculaire; il devient pâteux et ensuite il perd de l'azote. Dès que ce corps est entré dans cette phase de transposition, il ne possède plus sa vitesse de décomposition normale, quoiqu'il donne à l'analyse l'azote théorique. Ce phénomène se remarque surtout bien sur le sulfate d'orthodiazotoluène, et nous y reviendrons prochainement. L'action de la lumière favorise singulièrement cette réaction intramoléculaire; au soleil, elle s'accomplit avec une grande rapidité; le dégagement gazeux se fait immédiatement dans ces conditions, et les vases qui renferment le diazoïque sont brisés. Le produit de décomposition n'a pas encore été étudié; il constitue une huile insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool. Par distillation dans le vide, nous avons pu en extraire du phénol et un corps passant entre 200° et 215°.

» Dans les Tableaux qui suivent, nous donnons d'abord la vitesse de décomposition du sulfate de diazobenzène décomposé par l'eau à 50°. θ, C, A, $A - x$ et y conservent la signification donnée dans les *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 669.

θ minutes (¹).	y.
0	0,0333 (C)
9,7	0,0298
12,7	0,0284
17,7	0,0267
22,7	0,0247
26,7	0,0230
32,7	0,0210

Concentration : 3 mol. sur 10000.
Azote trouvé : 13,55 pour 100.
Azote théorique : 13,86 pour 100.

θ minutes.	y.
0	0,0328 (C)
8,7	0,0289
11,7	0,0283
16,7	0,0264
21,7	0,0245
27,7	0,0221
31,7	0,0207

Concentration : 6.
Azote trouvé : 13,51.

θ minutes.	y.
0	0,0372 (C)
11	0,0318
16	0,0297
21	0,0273
26	0,0245
31	0,0222
41	0,0191

Concentration : 9,61.
Azote trouvé : 13,41.

θ minutes.	y.
0	0,0382 (C)
12,1	0,0327
17,1	0,0311
22,1	0,0290
27,1	0,0270
32,1	0,0246
42,1	0,0206

Concentration : 9,61.
Azote trouvé : 13,51.

(¹) Dans nos Notes précédentes, on a imprimé *minimum* au lieu de *minute*.

Tableau comparatif des C calculés par l'ancienne et la nouvelle méthode.

Concentration.	C (ancienne méthode).	$C = \frac{A}{\left(\frac{dx}{d\theta}\right)_0}$.	Azote pour 100.
3 sur 10000 mol	0,0333	0,0364	13,55
6	0,0328	0,0341	13,51
9,6	0,0372	0,0389	13,41
9,6	0,0382	0,0389	13,51
12,05	»	0,0341	13,46
15	»	0,0363	13,38
20	»	0,0389	13,25
20	»	0,0357	13,24
49,4	»	0,0369	13,00
Moyenne	0,0354	0,0364	»

» Ces expériences montrent que la vitesse de décomposition du sulfate de diazobenzène est indépendante de la concentration.

Tableau des C trouvés avec le sulfate de diazobenzène mélangé en quantité équimoléculaire avec d'autres corps.

Phénol.	Concentration.	C.	Azote pour 100.
Phénol	20	0,0263	12,96
Acide phénylsulfureux	20	0,0259	13,90
Sucre	20	0,0390	13,31
Acide oxalique	20	0,0388	13,37
Diazoïque pur	»	0,0360 (1)	»

GÉOLOGIE. — *Les plissements des terrains secondaires dans les environs de Poitiers.* Note de M. **Jules Welsch**.

« On peut distinguer un premier système de plis dirigés du sud-est au nord-ouest, paraissant se continuer par les plis de la Bretagne méridionale; c'est du sud au nord :

» 1° Le pli anticlinal de Montalembert, qui part du massif central, vers Roumazières, passe à 3km au nord de Saint-Claud, où se trouve un pointement de roche granitoïde au milieu des étages du lias, puis à l'est de Nanteuil-en-Vallée, où le lias apparaît au milieu des calcaires jurassiques. Il détermine l'inclinaison au nord des mêmes calcaires dans la vallée de la Lisonne. Après la Charente, il se résout en une faille qui a porté les marnes fossilifères du lias supérieur à l'altitude 190, sur les collines de Montalembert, tandis qu'à une distance de 1500m environ au nord, on

(1) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy, laboratoire de M. Haller.

trouve à Limalonges les calcaires fossilifères du callovien, à l'altitude 130. La dénivellation du lias atteint 100^m. Ce pli se continue par les coteaux de Sauzé à Saint-Maixent et Niort, pour rejoindre le Bocage vendéen.

» 2° Au nord se trouve la vallée synclinale de Lezay, Avon, La Mothe-Saint-Héraye et Saint-Maixent. C'est une région affaissée où affleurent les couches oxfordiennes jusqu'à la zone à *Ammonites bimammatus*. Dans ce bassin, les assises oxfordiennes ont tout à fait le facies des couches de même âge que l'on retrouve au sud de l'axe de Montalembert. Elles ont moins d'analogies avec celles du bassin parisien au nord de Poitiers.

» 3° Anticlinal de Champagné-Saint-Hilaire. Il part du massif central à Availles, sur la Vienne, fait apparaître le lias supérieur entre Payroux et Joussé sur le Clain, fait affleurer une roche porphyrique à Champagné, à l'altitude 180 et le lias moyen à 194, tandis que tout autour on trouve les calcaires du bajocien et du bathonien à l'altitude 150 environ. Le terrain sidérolithique et les couches tertiaires lacustres du Poitou paraissent relevés autour de la colline de Champagné par ce plissement. L'anticlinal rejoint ensuite le massif vendéen vers Ménigoutte et Mazières-en-Gâtine.

» 4° Synclinal de Vivonne, le long du Clain, de Voulon à Ligugé.

» 5° Anticlinal de Ligugé, qui commence au sud de Montmorillon et de Lussac, détermine à Ligugé, sur le Clain, l'affleurement bien connu de granulite, fait apparaître le lias supérieur à Montreuil-Bonnin et rejoint le massif ancien de Parthenay.

» Tous les plis précédents se trouvent dans les terrains jurassiques.

» 6° Au nord de Poitiers, il y a un synclinal qui affecte l'oxfordien, le cénomanien et le turonien. Il passe à Chitré et à Vouneuil-sur-Vienne, Monthoiron sur l'Auzon, la Roche-Posay et Yseures sur la Creuse. A l'ouest, il se relie vers Airvault aux plissements vendéens.

» 7° L'anticlinal de Châtellerault, qui fait apparaître l'oxfordien au milieu du crétacé dans cette ville, passe à Lésigny-sur-Creuse et paraît se continuer jusqu'au nord-ouest de Buzançais, sur la feuille de Châteauroux. A l'ouest, ce pli détermine la surélévation du turonien à Thuré et à Clairvaux, se dirigeant vers Thouars.

» 8° Le synclinal d'Ingrandes-sur-Vienne et Dangé, qui coupe la Creuse près La Guerche et l'Indre, au sud de Loches, à La Chapelle Saint-Hippolyte. A l'ouest, il se continue par le crétacé du Loudunais, jusqu'à l'effondrement crétacé signalé par M. Fournier entre Montreuil-Bellay et Thouars.

» 9° L'anticlinal de Port-de-Piles, limité au sud par la faille du Loudunais, fait apparaître le jurassique de Montreuil-Bellay à Ceaux, passe à Port-de-Piles, Ciran près Ligueil et Loches.

» La direction des plissements dans les terrains crétacés diffère de celle des plissements des terrains jurassiques, pour la région à l'est de la Vienne.

» Il existe un deuxième système de plis plus ou moins perpendiculaires aux précédents :

» 1° L'anticlinal de Nanteuil-en-Vallée, Asnois et Joussé qui fait apparaître les marnes bleues des lias au milieu des calcaires jurassiques inférieurs dans les vallées de l'Argentor, de la Charente et du Clain. Il paraît se prolonger au nord vers Lésigny et Ciran, en se dédoublant.

» Plus à l'est, on distingue un faible synclinal avant le massif central.

» 2° A l'ouest, il y a le synclinal de la vallée de la Charente, qui se prolonge entre Sommières et Château-Garnier sur le Clain. Le callovien de Civray à Sommières est conservé dans ce synclinal. Il se prolonge au nord par Monthoiron et la Haye-Descartes.

» 3° L'anticlinal du Clain, qui passe à Montalembert, Champagné, à l'est de Smarves, près de Châtellerault et à Port-de-Piles.

» 4° Immédiatement à l'ouest, on trouve le synclinal du Clain qui passe à l'ouest de Sauzé, à Voulon, Vivonne, Poitiers et Jaulnay. Le Clain y coule sur une grande longueur.

» 5° L'anticlinal de Saint-Sauvant, Celle-Lévescault, Mirebeau et Ceaux.

» Avant le massif ancien de Vendée, on trouve encore un faible synclinal.

» Le faisceau des plis de ce second système paraît diverger vers le sud et aussi vers le nord; il est plus serré entre les deux massifs anciens du Limousin et de la Vendée. Le principal de ces plis est l'anticlinal du Clain, qui coïncide avec la ligne de séparation des facies des couches jurassiques des étages bajocien, bathonien, callovien et oxfordien, sur le versant du bassin de Paris. »

GÉOLOGIE. — *Sur la genèse des roches ophiolitiques.* Mémoire de M. **L. Mazzuoli**, présenté par M. Daubrée. (Extrait par l'auteur.)

« Dans la Ligurie orientale, parmi les terrains éocènes, affleure une puissante formation ophiolitique, qui, en suivant à peu près une direction nord-ouest, s'étend depuis la côte jusqu'au faîte de l'Apennin, pour se prolonger au delà jusqu'à la vallée du Pô; les principales roches qui la constituent sont la serpentine, la diabase, l'euphotide, les jaspes et les phthanites.

» Ayant étudié pendant plusieurs années la partie de cette formation qui se trouve comprise entre le pays de Levanto au sud et la chaîne des Apennins au nord, et plus particulièrement la région située dans les environs de Sestri-Levante, j'ai pu y reconnaître plusieurs faits qui me paraissent avoir de l'importance pour la solution du problème relatif à l'origine des roches du groupe de la serpentine, et c'est de ces faits que j'ai l'honneur de donner un abrégé très sommaire.

» D'après une étude détaillée des lambeaux de terrains stratifiés qui affleurent au milieu des roches ophiolitiques, et en me basant sur d'autres considérations, que je ne puis développer ici, il m'a été possible de déterminer la tectonique de toute la formation. J'ai ainsi trouvé que ces roches sont disposées dans le même ordre où je les ai nommées plus haut, de sorte que la serpentine a originairement recouvert toutes les autres roches, et la série entière repose sur les schistes et les calcaires de l'éocène inférieur.

» Les minerais de cuivre, si fréquents dans cette formation, ont habituellement leur siège dans la zone de contact entre la serpentine et la roche immédiatement sous-jacente.

» Les liens étroits que, dès 1866, M. Daubrée a expérimentalement démontré exister entre la serpentine et la lherzolite, se retrouvent dans nos formations ophiolitiques tertiaires. Je l'ai reconnu lorsque, en 1884, je découvris une masse de lherzolite typique, dans une localité nommée Pria Borgheise, située à environ 22^{km} au nord de Sestri-Levante. La lherzolite de Pria Borgheise fait graduellement passage à la serpentine, et la partie du faîte de l'Apennin, comprise entre le M. Nero à l'est et le M. Ajona à l'ouest, est formée par une roche qui s'approche bien plus de la lherzolite que de la serpentine. Plus tard, j'ai rencontré la lherzolite dans deux autres localités, et la même roche a été reconnue par M. Lotti dans les formations serpentineuses de la Toscane.

» Après avoir étudié avec soin la lherzolite de Pria Borgheise, MM. Cossa et Mattirolo ont trouvé que la simple hydratation des minéraux (péridot et enstatite) qui la composent suffit pour la transformer en serpentine.

» Tout nous porte donc à considérer la serpentine comme le résultat de l'hydratation de la lherzolite, hydratation qui doit être vraisemblablement survenue au moment de l'éruption.

» Quant à l'euphotide et la diabase, leurs rapports sont si intimes dans la région qu'en se posant le problème de leur origine il faut les considérer simultanément.

» Le premier fait général que l'on observe, quand ces roches viennent en contact avec la serpentine, consiste en ce que les surfaces de contact

sont très nettes et très régulières, en même temps qu'elles présentent un caractère marqué de parallélisme avec les plans de stratification des couches sédimentaires sous-jacentes.

» Lorsque la diabase et l'euphotide s'approchent des terrains stratifiés, on voit que ces deux séries de roches passent l'une à l'autre par des transitions presque insensibles; les nuances sont tellement graduelles qu'on ne pourrait guère déterminer avec précision la fin d'une série et le commencement de l'autre.

» Un second fait, non moins important, nous est donné par la rencontre assez fréquente d'îlots de roches sédimentaires au milieu, soit de la diabase, soit de l'euphotide. Ces îlots sont formés par des couches parfaitement régulières de schistes ou de calcaires, dirigées et inclinées parallèlement à la direction et à l'inclinaison des strates qui se trouvent à la base de la formation serpentineuse. En outre le long des contours de ces îlots on observe entre les roches ophiolitiques et les roches sédimentaires les mêmes passages graduels que j'ai indiqués plus haut.

» On ne saurait comment accorder l'hypothèse de l'origine éruptive de la diabase et de l'euphotide avec les passages graduels que nous voyons exister entre ces roches et les roches sédimentaires et avec les phénomènes que l'on remarque dans les îlots, et dont je viens de parler.

» Les jaspes se trouvent constamment en relation avec une puissante formation de bancs calcaires, et l'on rencontre parfois au milieu des jaspes des îlots calcaires, dans lesquels on voit les couches de calcaire passer graduellement au jaspe. On ne peut donc pas douter que les jaspes ne soient pas le résultat d'un métamorphisme, produit probablement par des émanations siliceuses.

» En voyant les calcaires si complètement transformés par des émanations siliceuses, on comprend aisément que celles-ci aient également pu agir sur les boues argileuses déposées parmi les calcaires et qui constituent, là où elles n'ont pas subi d'altération, les schistes argileux si abondants de la formation éocène. Je pense donc que ces boues, chargées d'alumine et de chaux, puis imprégnées d'acide silicique à l'état naissant et de sels alcalins sous une forte pression et à une température assez élevée, se soient, avec l'aide du temps, transformées ou en diabase, ou en euphotide. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Trois cas d'augmentation de la vitesse de transmission des impressions sensitives, sous l'influence d'injections du liquide testiculaire.* Note de M. GRIGORESCU, présentée par M. Brown-Séquard.

« Dans ces trois cas, il y avait une lenteur considérable de la transmission sensitive causée par une affection de la moelle épinière. Mesurée à l'aide de l'appareil de M. d'Arsonval (méthode de Schelske), la vitesse de cette transmission s'est augmentée notablement et elle a même acquis, dans deux cas, presque le chiffre normal.

» Dans le premier cas, chez un paraplégique, âgé de 44 ans, la vitesse, dans le membre inférieur, était de $27^{m},83$ par seconde [1]. Après onze jours de traitement par des injections du liquide testiculaire, la vitesse était de $33^{m},40$.

» Dans le second cas, chez un ataxique, âgé de 36 ans, la vitesse n'était que de $26^{m},66$ par seconde. Après dix jours de traitement, la vitesse était de $34^{m},22$ par seconde (gain de $7^{m},66$).

» Dans le troisième cas, chez un ataxique, âgé de 42 ans, la vitesse n'a été mesurée que quelque temps après une amélioration générale du malade, sous l'influence du traitement par les injections du liquide testiculaire : elle était de $27^{m},40$ par seconde. Après dix-huit jours de ce traitement, la vitesse de transmission des impressions sensitives a été de $32^{m},50$.

» La sensibilité tactile s'était aussi améliorée chez ces malades, et l'effet favorable des injections sur tous les symptômes a été considérable chez les trois malades, mais surtout chez les ataxiques. »

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

---

[1] La moyenne de vitesse normale, d'après les nombreuses recherches de M. Rémond, est de $34^{m},72$ par seconde, dans le membre inférieur.

(Note de M. Brown-Séquard.)

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 mai 1892.

Traité pratique de Chirurgie orthopédique, par le Dr P. Rédard. Paris, O. Doin, 1892; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. G. Darboux et J. Tannery. 2e série, t. XVI, avril 1892. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Le choléra. Histoire d'une épidémie. — Finistère, 1885-1886, par Henri Monod. Paris, Delagrave, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouchard.) (Concours Bréant.)

Géologie descriptive du bassin de la Voulzie, suivie de seize excursions botaniques autour de Provins, par Hippolyte Laroque. Provins, E. Porcheret-Tournefier, 1891; 1 vol. in-16.

Observations sur les planètes Vénus et Mercure, par E. Trouvelot. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892.

Bulletin of the United States national Museum, nos 41, 42. Washington, 1891; in-8°.

Annales de l'Institut météorologique de Roumanie, par Stefan C. Hepites. Bucharest, 1892; 1 vol. in-4°.

Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, vol. XVII, n° 2 : *Calamocrinus Diomedœ a New Stalked crinoid.* Cambridge, 1892; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 juin 1892.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, 4e série publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. Lévy, Mannheim, Picard, Poincaré, Resal. Tome VIII, année 1892, fasc. 2. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. 6e série, juin 1892, t. XXV. Paris, Masson, 1892; fasc. in-8°.

Le colonel Goulier, par G. de la Noe. Paris, Berger-Levrault, 1892; br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention

ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, *publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie.* Tome LXVII (1re et 2e Partie). Tome LXVIII (1re et 2e Partie). Tome LXIX, nouvelle série. Paris, Imprimerie nationale, 1891; 5 vol. in-4°.

Commentaires des décisions prises par les Conférences internationales qui se réunirent à l'Observatoire de Paris en 1887, 1889 *et* 1891 *pour l'exécution photographique d'une Carte du Ciel*, par CH. TRÉPIED. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; in-4°.

Annales des Ponts et Chaussées. — Personnel. Paris, Vve Ch. Dunod, 1892; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à St-Pétersbourg. Tome I, nos 1 et 2. St-Pétersbourg, 1892; 1 vol. in-4°.

Annales de Géologie et de Paléontologie, publiées sous la direction du Marquis ANTOINE DE GRÉGORIO. 7e et 8e livraison, janvier-avril 1890. Palerme, Pedone-Lauriel, 1890; 1 vol. in-4°.

Le Thimus serpyllum *dans la cure de l'aphte épizootique. — Relation au Ministère de l'Agriculture en Italie* du Prof. CHER. PIERRE PIANAL. Milan, 1892; broch. in-8°.

La Miocarditis aguda, *Tésis inaugural*, por OSVALDO LOUDET. Buenos-Ayres, 1892; br. in-8°.

Report of the third meeting of the australasian Association for the advancement of Science, held at Christchurch, New Zealand, in january 1891. Wellington, N.Z., G. Didsbury; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 7 juin 1892.)

Page 1363, ligne 3 en remontant, *au lieu de* P. Parmentier, *lisez* F. Parmentier.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUIN 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Phénomènes de la vie résiduelle du muscle séparé de l'être vivant. — Action physiologique des bases musculaires;* par MM. **Arm. Gautier** et **L. Landi**.

« Séparé de l'être vivant et mis à l'abri de toute influence microbienne, le tissu musculaire continue à fonctionner. Comme on l'a vu, sa vie anaérobie a pour effet de l'acidifier et de peptoniser une faible proportion de ses matières protéiques. En même temps, une partie de sa myoalbumine se change d'une part en caséine, de l'autre en leucomaïnes diverses. Ses graisses ne varient pas sensiblement. Que deviennent son glycogène et son sucre? Se forme-t-il de l'ammoniaque, de l'urée, des gaz? Quelle est la nature et l'action des bases qui s'y produisent?

» *g. Glycogène, glycose.* — Nous n'avons trouvé que des traces de glycose dans la viande fraîche; il n'y en avait plus dans la viande conservée.

» Le glycogène de la viande primitive s'élevait à $0^{gr},389$ pour 100 [1]. Dans celle qui avait été conservée, même au-dessous de 25°, le glycogène avait complètement disparu. En l'absence d'acide lactique, nous pensons qu'il se transforme partiellement en acide carbonique et alcool. On verra qu'il se dégage, en effet, de l'acide carbonique. Quant à l'alcool, il a été caractérisé dans les produits distillés : 1° en le faisant passer à l'état d'acide acétique, puis de cacodyle; 2° en produisant avec lui de l'iodoforme dans des conditions précises que nous ne pouvons développer ici ; 3° en le transformant en aldéhyde.

» On n'a rencontré dans les viandes spontanément fermentées ni acétone ni aldéhyde ordinaires, mais bien un acide aldéhydique volatil et réducteur indéterminé.

» On avait déjà trouvé des traces d'alcool dans la chair musculaire (*A. Béchamp; Rajewski*). Il semble même probable que ce corps est un terme constant de la désassimilation des tissus; on l'a signalé, en effet, dans le lait et dans les urines normales. Il se rencontre presque toujours dans les produits de la vie anaérobie des cellules végétales. Ici nous en distinguons l'origine : nous le voyons apparaître, en effet, dans la viande en même temps que l'acide carbonique et corrélativement à la disparition du glycogène et de la glycose.

» Quant à la disparition de cette dernière substance, phénomène auquel on a donné le nom de *glycolyse,* elle se produit dans le muscle, comme dans le sang, et probablement dans beaucoup de tissus, grâce à un ferment qui paraît, ici du moins, être originaire du tissu lui-même.

» *h. Ammoniaque; urée.* — Voici encore un résultat bien intéressant. Non seulement l'urée ne se produit en aucune proportion dans la viande que l'on conserve (ce qui était à prévoir), mais l'ammoniaque ou ses sels n'y apparaissent pas en quantité de quelque importance. Tout au plus si 100^{gr} de viande, qui à l'état frais contenaient $0^{gr},020$ de AzH^3, donnent après trente-quatre jours de conservation, dont onze à l'étuve à 38°-40°, $0^{gr},048$ d'ammoniaque. En moyenne, nos viandes se sont enrichies à peine de $0^{gr},017$ de AzH^3. Ces traces d'ammoniaque semblent avoir pour origine l'hydratation de quelques matières extractives amidées. L'urée libre ou combinée étant absente, on peut donc affirmer que les viandes, mises à l'abri des germes de l'air, sont incapables de subir spontanément la fermentation uréique ou ammoniacale. Ce résultat démontre par une preuve

---

(1) Voir, p. 1158, notre méthode de dosage. Les nombres obtenus par les méthodes données par les auteurs sont généralement trop forts.

nouvelle que les fermentations anaérobies qui se passent dans le tissu musculaire libre de microbes diffèrent profondément des fermentations bactériennes, essentiellement hydratantes et ammoniacales.

» *i. Gaz émis.* — La viande, même à l'état frais, contient des gaz; nous les avons extraits par deux méthodes qu'il serait trop long de décrire ici en détail : ou bien on introduisait la viande fraîche, de volume et de poids connus, dans un récipient plein de CO^2 pur, on extrayait alors la totalité des gaz par la pompe et l'on en soustrayait par calcul le CO^2 resté dans le récipient; ou bien on plaçait la viande congelée dans une cloche pleine de CO^2 et, après avoir fait le vide, on la laissait se réchauffer à 25° et l'on en extrayait les gaz. Ces deux méthodes nous ont donné les résultats suivants rapportés à 100^{gr} de viande fraîche :

	I.	II.
CO^2	18,35 cc	13,20 cc
Az	0,88	0,92
O	trace	trace
	19,23	14,12

» On a de même analysé le gaz de la viande préalablement congelée, puis conservée dans une enceinte vide spéciale placée à l'étuve [1] : on en extrayait chaque jour par la pompe à mercure les gaz produits.

» Voici nos résultats pour la totalité des gaz émis par 100^{gr} de viande tenue six jours à 39° :

	I.	II.
CO^2	27,5 cc	24,35 cc
Az	1,1	0,78
H	4,70	3,20

» Ainsi 100^{gr} de viande ont fourni $41^{cc},6$ de CO^2 en moyenne, si l'on tient compte de celui qui se dégage de la viande fraîche, et 50^{cc} au moins si l'on admet qu'une partie de ce gaz reste dissous dans les plasmas et le tissu et s'en extrait très lentement. C'est donc en poids $0^{gr},100$ de CO^2 produits par 100^{gr} de viande. Si l'on admettait que tout le glycogène de

(1) Il est très difficile de réaliser l'extraction des gaz de gros blocs de viande mis à l'étuve. On a réussi seulement en les plaçant sous une cloche à vide graissée par le bas, posée sur un plan de glace immergé dans le mercure et fermée en haut par un robinet à pointeau, en bronze, de Golaz. Cet appareil placé à 40° tenait parfaitement le vide durant des mois. Toutes ces expériences relatives aux gaz émis ont été faites sur des échantillons séparés n'ayant pas servi à d'autres constatations.

la viande primitive se fût changé en alcool, il se serait fait $0^{gr},194$ de CO^2. Une partie notable du glycogène disparu a donc subi une autre transformation, donné des acides gras, de l'acide acétique ou butyrique, par exemple.

» Dès le troisième ou quatrième jour on trouve, en effet, généralement un peu d'hydrogène dans les gaz émis, et cela sans qu'il y ait apparence de fermentation microbienne. La présence très inattendue de l'hydrogène pourrait résulter d'une fermentation butyrique ou même acétique. On peut rappeler ici que, en 1868, M. A. Béchamp signala l'hydrogène libre et l'acide carbonique dans les gaz qui se produisent dans l'œuf d'autruche intact brouillé par secousses; il était accompagné d'acide acétique (1).

» Dans tous les cas, la production si facile de l'hydrobilirubine dans l'économie dès qu'intervient la fièvre; la réduction de l'indigo bleu et pourpre dans nos organes; la propriété que possède la chair musculaire de transformer, par simple contact et à froid, une quantité petite mais constante de soufre libre en hydrogène sulfuré, propriété établie par M. de Rey-Pailhade (2), tous ces faits et bien d'autres montrent dans quel état d'instabilité se trouve une petite portion de l'hydrogène qui entre dans la constitution de quelques-uns des principes immédiats du muscle et des protoplasmes (3).

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 526.

(2) D'après cet auteur, 100^{gr} de muscle donnent ainsi $1^{cc},2$ d'hydrogène sulfuré en s'unissant à un principe qu'il nomme *philothion*, principe qu'il extrait par l'alcool et reprécipite par l'éther. M. L. Olivier a montré aussi que le soufre peut s'unir directement à certains principes du protoplasma chez quelques algues et donner ainsi de l'hydrogène sulfuré.

(3) Dans les cas où la viande subit *un commencement* de fermentation putride, l'hydrogène devient abondant dès le troisième jour; il est bientôt accompagné d'un peu d'hydrogène sulfuré et d'une trace de corps phosphorés volatils. Voici quelques analyses de gaz rapportées à 100^{gr} de viande placée à 38° et commençant à subir la fermentation bactérienne :

	1er jour.	2e jour.	3e jour.	4e jour.	5e jour.	6e jour.	7e jour.
	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc
CO^2........	16,16	2,42	10,77	23,01	39,80	59,86	55,49
Az.........	0,45	0,14	0,26	0,45	24,74	1,53	0,58
H....	0,0	0,0	6,19	17,71	26,13	27,75	14,91
H^2S........	0,0	0,0	0,0	1,69	1,09	2,16	1,54
CH^4........	0,0	0,0	0,0	trace	0,41	trace	trace
Total.....	16,61	2,56	17,22	42,86	92,27	91,30	72,52

Après le septième jour, la quantité de gaz produite a été rapidement en décroissant, et après deux mois encore, en vase clos, elle n'a pas dépassé 50^{cc} pour 100^{gr} de viande.

» Il est remarquable aussi de voir la viande à l'état frais dégager de l'azote, $0^{cc},9$ en moyenne pour 100 de chair musculaire. Ce gaz ne provient pas du sang; il n'y en a pour ainsi dire pas dans la viande et le dégagement d'azote est continu. On sait aussi qu'une petite proportion d'azote apparaît dans les fermentations bactériennes.

» Il serait difficile d'analyser le mécanisme qui donne naissance à ce gaz. Dans tous les cas, sa production dans le muscle explique cette observation faite d'abord par Regnault et Reiset, confirmée par Boussingault dans ses études sur l'alimentation des tourterelles, et démontrée définitivement plus tard par M. Reiset dans ses belles recherches sur la respiration des animaux de ferme, puis par W. Müller, sur d'autres espèces, du dégagement continu d'azote par le poumon, la peau et l'intestin [1].

Action physiologique des bases extraites du tissu musculaire.

» On a vu (p. 1157) comment on arrive à séparer ces bases en quatre groupes principaux, savoir :

» *a. Bases xanthiques,* précipitables par l'acétate de cuivre à chaud seulement et à froid par le chlorure mercurique. Elles n'existent qu'en faible proportion dans les viandes.

» *b. Bases carbopyridiques et analogues,* précipitables par l'acétate de cuivre à froid et par le chlorure mercurique. On n'en trouve aussi qu'une petite quantité.

» *c. Bases névriniques; hydropyrroliques,* etc., précipitables par le chlorure mercurique, mais non par l'acétate de cuivre à chaud ni à froid. Ce sont les leucomaïnes les plus abondantes.

» *d. Bases créatiniques,* imprécipitables par le chlorure mercurique. Ce sont celles qui se forment en plus grande proportion relative pendant la conservation du muscle. On en a trouvé dans la viande, laissée à 38°-40°, le triple environ de ce qu'il en existait dans le muscle frais; mais la créatine et la créatinine disparaissent. Ces bases se séparent par l'alcool, dans lequel elles sont insolubles, des bases *b* et *c*.

» Il ne semble pas exister dans la viande conservée d'autres bases que celles de la viande fraîche : certaines disparaissent en grande partie, d'autres se produisent plus abondamment (Bases *c* et *d*) ; mais l'analyse de ces

---

(1) Cahours a aussi montré qu'il y a dégagement d'azote en même temps que d'acide carbonique pendant la maturation des fruits (*Bulletin de la Société chimique*, t. I, p. 254).

divers groupes de bases et leur action physiologique restent les mêmes. La vie résiduelle du tissu se continue donc par une suite de réactions qui se produisaient déjà durant la vie proprement dite, au moins en ce qui touche au fonctionnement anaérobie. La fermentation de la viande livrée à elle-même ne fait qu'exagérer les phénomènes normaux de fermentation autonome qui se passent dans le tissu musculaire durant la vie de l'individu.

» Il ne nous est possible de donner ici que quelques renseignements rapides sur l'action physiologique de ces divers groupes de bases.

» Les *bases xanthiques* (xanthine, sarcine, adénine, etc.) n'existent dans les viandes qu'en très faible proportion. Elles ne sont pas douées d'action toxique proprement dite.

» Les *bases carbopyridiques et analogues* stupéfient légèrement les animaux lorsqu'elles sont données à doses assez fortes ($0^{gr},5$ de chlorhydrate par kilogramme d'animal), mais elles ne nous ont pas paru autrement dangereuses.

» Les *bases névriniques, hydropyrroliques,* etc. sont les plus vénéneuses de celles que précipite le chlorure mercurique. Injectées chez la souris, à la dose de $0^{gr},010$ de chlorhydrate, elles produisent l'essoufflement, la dyspnée, des mouvements spasmodiques dans tous les membres, le hérissement du poil, puis des alternatives de paralysie et de convulsions tétaniques. Les animaux se soulèvent brusquement de terre, comme lancés par un ressort. La mort arrive au bout de deux heures. Nous n'avons pas constaté de différence entre les effets de ces bases extraites du tissu musculaire frais ou du muscle conservé.

» Les *bases créatiniques* non précipitables par le sublimé, injectées comme les précédentes sous la peau, produisent, aux mêmes doses, des vomissements, de la diarrhée, ainsi que l'un de nous l'avait autrefois observé chez les oiseaux. Les souris sont prises bientôt de secousses tétaniques qui se répètent de temps en temps. Après trente minutes, une paralysie des membres, débutant par les pattes antérieures, succède à ces convulsions. Les animaux, injectés comparativement avec les bases de la viande fraîche et celles de la viande conservée, sont morts dans les deux cas au bout d'une heure, sans présenter de différence appréciable dans la marche de ce rapide empoisonnement.

» Parmi les bases créatiniques douées d'une grande toxicité, nous connaissons la propylglycocyamine $AzH{=}C\begin{cases}AzH^2\\Az(C^3H^7)CH^2{-}CO^2H\end{cases}$ extraite

par M. Griffiths des urines des oreillonneux, base qui produit aussi des secousses tétaniques; la glycocyamidine $C^3H^5Az^3O$, ou *rubéoline*, extraite par le même auteur des urines des rubéoleux; la méthylguanidine $H-Az=C\begin{cases} AzH^2 \\ Az(CH^3)H \end{cases}$ base toxique que Heffe a retirée du bouillon de culture de la septicémie des souris et du *vibrio proteus* auquel on a attribué les désordres du *choléra nostras*. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'influence des filtres minéraux sur les liquides contenant des substances d'origine microbienne.* Note de M. **Arloing**.

« Les filtres minéraux, et surtout les filtres Chamberland (système Pasteur), ont été souvent employés, en France, pour obtenir séparément les microbes et les substances que ces derniers ont formées directement ou indirectement dans des cultures liquides.

» Je ne me propose pas de discuter ici les meilleurs moyens de réaliser cette séparation : je veux simplement examiner dans quelle mesure les filtres minéraux modifient la composition d'un liquide renfermant des sécrétions microbiennes.

» Les chimistes nous ont appris depuis longtemps que ces filtres retiennent au passage une certaine quantité de matières albuminoïdes et notamment des diastases. Moi-même, je me suis aperçu, il y a quelques années, que des produits microbiens doués d'un pouvoir phlogogène perdaient une partie de leur activité en passant à travers les filtres Chamberland. Dans mon laboratoire, MM. Rodet et Courmont ont fait une observation analogue sur le pouvoir toxique des bouillons de culture du staphylocoque doré. Je suppose que cette remarque a été faite dans d'autres laboratoires pour des substances microbiennes d'origines diverses.

» Aujourd'hui, les recherches sur les produits amorphes des microbes étant plus que jamais à l'ordre du jour, j'ai pensé qu'il était utile de connaître, aussi bien que possible, les changements que les filtres apportent dans la proportion des différentes substances déversées par la vie microbienne au sein des milieux où elle s'est accomplie.

» J'ai pris, comme objet d'étude, le liquide qui s'échappe des pulpes de betterave de sucrerie après leur fermentation en silos, afin d'obtenir d'emblée des résultats plus nombreux et plus variés.

» Ce n'est pas le lieu d'insister sur ce liquide au point de vue toxique.

Je dirai seulement qu'il est acide et qu'il doit cette qualité à trois acides au moins (acétique, lactique et butyrique), et que sa toxicité est répartie, avec certains caractères spéciaux, entre des substances diastaséiformes précipitables par l'alcool et des substances solubles dans l'eau alcoolisée.

» Or, si l'on filtre la même quantité de liquide à travers le papier et à travers une bougie neuve, pâte F, sous une pression de 3 atmosphères, on s'aperçoit que le filtre Chamberland a retenu :

» 1° 19,89 pour 100 de la partie solidifiée par évaporation;
» 2° 20,48 pour 100 des substances précipitables par l'alcool;
» 3° 33,80 des acides libres.

» Parmi les substances qui forment le précipité alcoolique, quelques-unes peuvent être reprises par l'eau; les autres sont définitivement insolubles. Ces deux sortes de substances ne se trouvent pas associées dans les mêmes proportions à l'intérieur du précipité, quand le liquide a traversé le filtre en papier ou le filtre minéral. Dans le précipité fourni par le liquide ayant traversé le papier, la portion soluble dans l'eau est à la portion insoluble comme 4,04 : 1; dans l'autre, comme 8,42 : 1.

» Le filtre minéral retient donc proportionnellement une plus grande quantité de substances définitivement insolubles dans l'eau après l'action de l'alcool que de substances solubles.

» Si la bougie a déjà servi plusieurs fois à filtrer le même liquide ou des liquides différents, après avoir été stérilisée chaque fois à l'autoclave, sa force rétentive diminue beaucoup. Ainsi une vieille bougie retenait seulement 2,05 pour 100 du résidu solidifiable par évaporation, tandis qu'une bougie neuve retenait 19,89 pour 100, et seulement 4,41 pour 100 des substances précipitables par l'alcool au lieu de 20,48 pour 100.

» Si la bougie a servi moins souvent, elle retient dans une proportion moyenne. Dans l'une de mes expériences, un filtre, dans ces conditions, a retenu 12,06 pour 100 des substances précipitables par l'alcool.

» Le filtre Chamberland a donc appauvri le liquide que je lui ai confié. Il l'a spolié d'une quantité notable de substances organiques azotées et hydrocarbonées. L'appauvrissement n'est pas identique pour toutes les bougies neuves filtrant sous une pression constante. Il est enfin éminemment variable si l'on opère avec des bougies ayant déjà servi, car il est subordonné au nombre des filtrations que l'on a faites antérieurement et à la nature des liquides filtrés.

» Bien plus, il est impossible d'établir une relation entre la diminution

subie par les substances précitées dans un milieu de culture et celle du pouvoir toxique de ce milieu. Par exemple, tandis que la filtration sur une bougie neuve fait baisser la proportion du résidu solidifiable par évaporation du précipité alcoolique de $\frac{1}{5}$, elle fait baisser la toxicité des $\frac{4}{5}$, et tandis que la filtration sur une bougie ayant modérément servi fait diminuer la proportion de ces substances de $\frac{1}{6}$, elle abaisse la toxicité des $\frac{3}{5}$ de sa valeur primitive.

» Il y a donc, dans le liquide provenant des pulpes de betterave fermentées, une substance toxique extrêmement active sous un petit volume que le filtre retient très énergiquement, ce dont il est difficile de se rendre compte par des moyens inspirés de la Physique et de la Chimie.

» J'ai expérimenté aussi avec le filtre Garros, à pâte d'amiante. Sous la pression ordinaire, ce filtre a retenu, comparé au filtre Chamberland neuf :

» 1° 6,17 pour 100 du résidu solidifiable par évaporation au lieu de 19,89 pour 100;
» 2° 41,16 pour 100 des substances précipitables par l'alcool au lieu de 20,48 pour 100;
» 3° 2,85 pour 100 des acides libres au lieu de 33,80 pour 100.

» Si la pâte d'amiante a moins d'affinité que le filtre Chamberland pour l'ensemble des substances dissoutes, il en a beaucoup plus pour les matières diastaséiformes.

» Bien que tous ces résultats ne soient valables que pour le liquide de pulpes de betterave, je ne doute pas que l'action rétentive qu'ils ont démontrée s'exercera plus ou moins sur tous les liquides chargés de substances organiques.

» En conséquence, on peut dire que les filtres à pâte minérale jouissent de précieuses qualités pour leurs applications à l'hygiène, puisqu'ils retiennent plus que les microbes parmi les corps qui peuvent souiller les eaux, mais offrent, au point de vue expérimental, de sérieux inconvénients, qui trompent sur les véritables propriétés des sécrétions microbiennes et rendent les expériences faites avec les cultures filtrées, à des moments et dans des lieux divers, très difficilement comparables. »

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie d'un volume qu'il vient de publier sur les *Chaudières à vapeur*, et s'exprime comme il suit :

« C'est la fin de mon *Cours d'Exploitation des Mines et de Machines*, dont j'ai commencé la rédaction il y a exactement dix ans. Dans ce der-

nier Volume, j'ai cherché à refléter le plus complètement possible l'état actuel de nos connaissances sur ces redoutables engins. »

M. Daubrée présente, de la part de l'auteur, un volume où *Sir Archibald Geikie* a réuni les deux adresses qu'il a présentées, en sa qualité de Président, à la Société géologique de Londres en 1891 et en 1892; il y expose l'histoire de l'activité volcanique dans les Iles Britanniques. Les innombrables éruptions qui s'y sont succédé, depuis les époques les plus anciennes jusqu'à l'époque tertiaire, y sont passées en revue : la détermination de leur âge, de leurs caractères et les circonstances diverses qui ont accompagné leur arrivée à la surface du globe y sont signalées avec précision. C'est un tableau plein d'intérêt, qui nous fait assister à l'évolution de l'énergie volcanique à travers les âges, dans cette région de l'Europe.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de vérifier les comptes de l'année 1891.

MM. Mouchez et de Bussy réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE. — *Sur le système sanitaire adopté par la Conférence de Venise pour empêcher le choléra de pénétrer en Europe par l'isthme de Suez.* Note de M. P. Brouardel [1].

« Jusqu'à ce jour, le système adopté pour préserver l'Europe contre l'invasion des maladies pestilentielles, notamment contre le choléra, a été celui des quarantaines, inauguré à Venise au xve siècle. On isole les passagers provenant des régions contaminées dans des espaces clos appelés *lazarets* et l'on désinfecte les hardes et les objets suspects par l'aération

(1) L'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier.

prolongée ou par des vapeurs considérées comme douées de propriétés désinfectantes.

» Ce système apporte de grandes entraves au commerce et soumet les voyageurs à une séquestration incommode et parfois prolongée. Dès que la navigation est devenue plus rapide, et surtout dès que le tonnage des navires a augmenté, les difficultés d'application se sont multipliées. On peut retenir dans un lazaret trente ou quarante passagers débarquant d'un bateau à voiles; il est presque impossible d'être organisé pour isoler mille ou douze cents personnes, pour les surveiller, les nourrir dans des conditions acceptables.

» Des récriminations de plus en plus violentes se sont élevées contre le système quarantenaire. Des Conférences sanitaires successives se sont réunies pour l'améliorer, à Paris, en 1851; à Constantinople, en 1866; à Vienne, en 1874; à Rome, en 1885. Toutes ont échoué. Celle de Venise, réunie en janvier 1892, a réussi. Depuis dix jours la convention est revêtue de la signature de tous les Ministres plénipotentiaires des puissances européennes. Il ne manque plus que la ratification définitive.

» C'est le système préconisé par les délégués français MM. Barrère, ministre plénipotentiaire, Proust, Catelan et moi qui a été adopté à Venise. Avec M. Rochard, nous en avions déjà défendu à Rome, en 1885, les parties principales.

» Je désire résumer devant l'Académie les principales conditions de l'accord intervenu, car la convention a pour base les récentes conquêtes de l'hygiène.

» Il est établi que les germes du choléra sont contenus dans les déjections des malades, dans les linges souillés, que ces germes y conservent une vitalité très longue, qui parfois a dépassé un an.

» Au lieu d'attendre que le temps, l'air, le soleil les aient fait périr, nous voulons que ces germes soient rapidement et effectivement détruits, avant de pénétrer en Europe. Nous possédons, pour opérer cette destruction, des étuves à désinfection par la vapeur sous pression, dont l'efficacité a été expérimentalement démontrée par le Comité d'hygiène, et pratiquement, il y a deux ans, lors de l'épidémie de choléra en Espagne. Nous avons à cette époque, à la frontière des Pyrénées, désinfecté le linge des voyageurs, retenu dans des maisons d'isolement les cholériques et les suspects : le choléra n'a pas pénétré en France.

» Depuis six ans, M. Proust et moi, assistés par M. Nicolas, directeur au Ministère du Commerce, puis par M. Monod, directeur au Ministère de

l'Intérieur, avons demandé que les navires aient à bord un médecin et une étuve à désinfection, de façon que tous les objets susceptibles d'être souillés soient désinfectés pendant la traversée, avant l'arrivée au port.

» C'est ce système qui a triomphé à Venise.

» Lorsque les délégués français se sont rendus à la Conférence, ils ne se dissimulaient pas les difficultés de la situation.

» Le Conseil sanitaire international d'Alexandrie, créé par Méhémet-Ali, comprenait neuf membres égyptiens, qui, alliés aux représentants de l'Angleterre, formaient la majorité et accordaient depuis plusieurs années aux navires de telle ou telle puissance un laissez-passer à peu près absolu, tandis qu'ils appliquaient aux autres les prescriptions édictées par les règlements sanitaires. Il en résultait pour la navigation des diverses nations une inégalité désastreuse au point de vue des intérêts commerciaux de quelques-unes d'entre elles et un véritable danger pour la santé publique.

» Pour modifier les règlements et le Conseil chargé de les appliquer, il nous fallait obtenir dans la Conférence l'assentiment unanime des puissances. En 1885, à Rome, la Grande-Bretagne était, sur ces questions, restée seule en présence de dix-huit autres puissances, mais comme son commerce représente les 80 pour 100 de la navigation totale du canal de Suez, comme sa position politique en Égypte lui assure une influence prépondérante, sa résistance avait suffi pour faire échouer les résolutions votées par toutes les autres puissances.

» Enfin, la base des délibérations de la Conférence de Venise était fixée dans un protocole, signé par la Grande-Bretagne et l'Autriche-Hongrie, dont la teneur était ainsi formulée :

» Les bâtiments anglais, à destination d'un port du Royaume-Uni, infectés ou non, seront libres de passer le canal de Suez en quarantaine, sous les trois conditions suivantes et sans aucune détention quarantenaire :

» 1° Arraisonnement du navire ;

» 2° Présence de deux gardes sanitaires à bord pour empêcher tout contact entre le bâtiment et les personnes ou objets se trouvant sur les bords du canal ;

» 3° Avertissement télégraphique adressé aux Puissances, les prévenant que tel navire transite le canal en quarantaine.

» D'après le protocole austro-anglais, les navires ayant même des cholériques à bord auraient donc pu traverser le canal de Suez et entrer dans la Méditerranée.

» Nous avons démontré que le passage en quarantaine du canal de Suez était impossible. Le canal est étroit. Un certain nombre de chauffeurs sont pris à Ismaïlia, à Port-Saïd, pour compléter l'équipage des navires se rendant dans l'extrême Orient. Au retour, ces chauffeurs débarquent dans ces ports. C'est ainsi, d'après les rapports des docteurs Koch et Mahé, qu'est née l'épidémie cholérique de 1883 en Égypte. Les navires sont obligés de faire leur charbon à Port-Saïd. Enfin, souvent il y a des échouements, des ensablements des navires dans le canal; dans ces cas, le personnel du bord ne suffit pas, il faut faire appel à des aides étrangers. Les contacts sont donc impossibles à empêcher dans le canal. L'Égypte serait constamment menacée et quand le choléra sévit en Égypte, la Méditerranée est bientôt envahie.

» Nous avons fait remarquer, de plus, que le passage en quarantaine ne pouvait être accordé aux navires d'une seule Puissance, que nous ne pouvions accepter que le régime de l'égalité absolue pour tous les pavillons.

» A cette convention, si pleine de périls pour la santé publique, la délégation française a réussi à faire substituer l'obligation de ne laisser passer par le canal de Suez que les navires indemnes ou ceux qui auraient été complètement désinfectés, soit pendant la traversée, soit avant leur entrée dans le canal.

» Voici le résumé de cette convention : Les navires venant de l'extrême Orient qui, depuis le point de départ, n'auront eu aucun accident cholérique à bord, recevront libre pratique immédiate.

» Les navires sur lesquels il y a eu des cas de choléra pendant la traversée, mais aucun cas nouveau depuis sept jours, s'ils ont un médecin et une étuve à bord, pourront passer le canal en quarantaine, parce que, si un nouvel accident survenait, le médecin pourrait ordonner les mesures de désinfection nécessaires. Les navires de cette catégorie qui n'ont ni médecin ni appareil de désinfection seront retenus avant l'entrée dans le canal, aux sources de Moïse, où seront appliquées les mesures de désinfection.

» Les navires infectés ayant des cas de choléra à bord ou ayant eu des cas de choléra depuis sept jours, seront arrêtés aux sources de Moïse, les malades seront débarqués et isolés. On désinfectera le linge sale, les objets à usage, les vêtements, ainsi que le navire.

» Si le navire a un médecin et une étuve, certaines facilités pourront être accordées, mais sous la condition qu'il abandonne à l'établissement sanitaire des sources de Moïse ses cholériques et ses suspects.

» Pour assurer l'exécution de ces mesures, la Conférence de Venise a reconstitué le Conseil sanitaire d'Alexandrie. Le nombre des représentants de l'Égypte a été réduit de 9 à 4, de façon qu'aucune puissance, en s'alliant aux délégués égyptiens, ne puisse imposer sa volonté prépondérante.

» La station sanitaire des sources de Moïse comprendra quatre médecins européens, des étuves dont une placée sur ponton destinée, en accostant le navire infecté, à hâter les opérations de désinfection, un hôpital d'isolement de 12 lits, disposé de façon que les malades, les suspects, les hommes et les femmes soient isolés les uns des autres.

» Les conditions du transit à travers le canal ont été rigoureusement déterminées.

» Des règlements annexés à la convention ont fixé les diverses mesures à prendre dans toutes les hypothèses imaginables.

» Tel est l'ensemble du nouveau régime sanitaire que la délégation française a réussi à faire adopter par l'unanimité des puissances européennes. Cette convention est la première acceptation internationale de la réforme quarantenaire que le Comité d'hygiène poursuit depuis sept ans, mais celle-ci ne sera complète que lorsque les nations européennes se seront organisées de façon à substituer, à l'ancien procédé quarantenaire vexatoire et incertain, celui qui comporte un outillage plus scientifique et plus sûr dans ses résultats.

» La délégation française, en faisant accepter ces propositions, est convaincue qu'elle a mis l'Europe à l'abri de la pénétration du choléra par la voie de Suez; elle a émis le vœu que des conventions analogues soient appliquées au golfe Persique et aux frontières de l'Inde et de la Russie.

» Elle pense qu'en donnant ainsi satisfaction aux nécessités de l'hygiène, elle n'a porté que des entraves bien faibles à la liberté des communications et du commerce. Il résulte, en effet, des relevés dressés par le Conseil d'Alexandrie que, en cinq ans, sur 16000 navires qui ont traversé le canal de Suez, d'après le système adopté, 28 auraient subi un arrêt de quelques heures pour être soumis aux opérations de désinfection, et 2 un arrêt de quelques jours.

» La protection de la santé de l'Europe vaut bien ce léger sacrifice. »

CORRESPONDANCE.

M. **H. von Helmholtz**, élu Associé étranger, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le **Ministre de l'Intérieur** transmet à l'Académie, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, la copie d'un vœu émis le 26 avril dernier par le Conseil général de la Charente-Inférieure, tendant à la réunion d'un Congrès d'astronomes de tous les États civilisés pour la fixation d'une ère unique et l'établissement d'un calendrier universel.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une brochure de M. *E. Bataillon,* ayant pour titre : « Recherches anatomiques et expérimentales sur la métamorphose des amphibiens anoures ». (Renvoi au Concours du prix Ponti.)

GÉOMÉTRIE. — *De la loi de correspondance des plans tangents dans la transformation des surfaces par symétrie courbe.* Note de M. **S. Mangeot**, présentée par M. Picard.

« La notion de la symétrie courbe donne l'idée d'un mode particulier de transformation des figures continues, et il y a lieu de rechercher quelle est la relation de position qui lie les tangentes ou plans tangents aux points correspondants.

» Je considère d'abord, dans un plan, trois courbes C, C_1, C_2, dont les deux dernières sont symétriques l'une de l'autre par rapport à la première. Soient m, m_1, m_2 trois points qui se correspondent sur les trois courbes, et n, n_1, n_2 des positions infiniment voisines de ces points : les deux segments m_1m_2, n_1n_2 ont leurs milieux aux points m et n, et rencontrent normalement la courbe C en ces deux points. Si, du point de concours O de ces deux normales infiniment voisines, pris comme centre, on décrit

deux arcs de cercles m_1p_1, m_2p_2, limités à ces deux droites, et que l'on désigne par v_1, v_2 les limites des angles mm_1n_1, mm_2n_2, on a

$$m_1p_1 = \pm n_1p_1 \operatorname{tang} v_1, \qquad m_2p_2 = \pm n_2p_2 \operatorname{tang} v_2, \qquad n_1p_1 = n_2p_2$$

et, par suite,

$$m_1p_1 \cot v_1 = \pm m_2p_2 \cot v_2,$$

ou, en termes finis,

$$Om_1 \cot v_1 = Om_2 \cot v_2,$$

les longueurs Om_1, Om_2, comptées à partir de O, étant affectées d'un signe. L'égalité qui précède est susceptible des deux interprétations suivantes :

» 1° Les sous-normales polaires des deux courbes C_1, C_2, relatives à deux points correspondants m_1, m_2 de ces courbes, sont égales et de sens contraire, le pôle de construction étant le centre de courbure de C qui est situé sur la droite m_1m_2, et le rayon vecteur étant cette droite.

» 2° Si t_1, t_2 désignent les tangentes aux courbes C_1, C_2, aux points correspondants m_1, m_2, ces deux points forment une division harmonique avec le centre de courbure de C et le point qui est symétrique, par rapport au milieu de m_1m_2, de la projection, sur m_1m_2, du point où t_1 rencontre t_2.

» La connaissance de l'une des deux tangentes t_1, t_2 entraînera, dès lors, celle de l'autre.

» Je considère maintenant deux surfaces S_1, S_2, symétriques l'une de l'autre par rapport à une surface S, et non parallèles à S. Je les regarde comme décrites respectivement par les deux extrémités m_1, m_2 d'un segment de longueur variable, m_1, m_2, qui se déplace en restant normal en son milieu m à la surface S. Soient P_1, P_2 les plans qui touchent S_1, S_2 aux points homologues m_1, m_2 ; t_1, t_2 les traces de ces deux plans sur un plan principal Π de S, relatif à m; O le centre de courbure correspondant de S. Quand le point m parcourt une ligne de courbure Γ, la droite m_1m_2 engendre une développable Σ, et les points m_1, m_2 décrivent, sur S_1 et S_2, deux courbes Γ_1, Γ_2. Si l'on développe Σ sur le plan Π, les courbes Γ, Γ_1, Γ_2 se transforment en trois courbes dont les deux dernières, tangentes à t_1 et t_2 aux points m_1, m_2, sont symétriques l'une de l'autre par rapport à la première, et comme celle-ci a pour centre de courbure le point O, on voit que, *si r désigne la projection du point de concours de t_1 et t_2 sur m_1m_2, le symétrique de r par rapport à m est le conjugué harmonique de* O *par rapport*

à m_1 et m_2. Connaissant l'une des droites t_1, t_2, on saura, d'après cela, déterminer l'autre. Si donc on connaît le plan P_1, l'emploi des deux plans principaux Π, Π' et des deux centres de courbure O, O' de la surface S permettra de construire deux droites, telles que t_2, du P_2 : on a ainsi une loi de correspondance assez simple entre le plan tangent d'une surface et celui de sa transformée symétrique par rapport à une surface S.

» Une autre conséquence de la propriété qui précède est celle-ci. Connaissant les deux plans principaux d'une surface S en un point m, on pourrait en déduire la position des centres de courbure principaux en ce point, ou inversement, au moyen de deux surfaces auxiliaires quelconques S_1, S_2 symétriques l'une de l'autre par rapport à S ([1]), ou même simplement au moyen de quatre arcs de courbe symétriques deux à deux par rapport à S et se coupant deux à deux sur la normale en m, aussi petits d'ailleurs que l'on voudra. Au surplus, si R, R' sont les rayons de courbure principaux de S, et φ_1, φ_2, φ'_1, φ'_2 les angles de la normale $m_1 m m_2$ avec les droites t_1, t_2 et avec les deux droites analogues t'_1, t'_2 situées dans le plan Π', on a, en vertu de la même propriété,

$$2R = m_1 m_2 \frac{\sin(\varphi_1 + \varphi_2)}{\sin(\varphi_1 - \varphi_2)}, \qquad 2R' = m_1 m_2 \frac{\sin(\varphi'_1 + \varphi'_2)}{\sin(\varphi'_1 - \varphi'_2)}.$$

» Lorsque la surface S sera une surface minima, on aura, quelles que soient les deux surfaces S_1, S_2 symétriques par rapport à S,

$$\operatorname{tang}\varphi_1 \operatorname{tang}\varphi'_1 = \operatorname{tang}\varphi_2 \operatorname{tang}\varphi'_2 ;$$

et les projections, sur $m_1 m_2$, du point de rencontre de t_1, t_2, et du point de rencontre de t'_1, t'_2, seront, pour toute position de m, symétriques par rapport à S, propriété qui n'appartient qu'aux surfaces d'étendue minimum. »

ÉQUILIBRE D'ÉLASTICITÉ. — *Sur la répartition des pressions dans un solide rectangulaire chargé transversalement.* Note de M. **Flamant**, présentée par M. J. Boussinesq.

« Je me propose d'étudier les pressions qui se développent aux différents points d'un prisme rectangulaire homogène, élastique, de lon-

---

([1]) Cette méthode pourrait s'appliquer, en particulier, aux surfaces de symétrie S d'une quadrique, dont je me suis occupé dans ma Thèse sur la symétrie courbe.

gueur et d'épaisseur indéfinies, soumis, sur sa face supérieure, à une charge normale appliquée en tous les points d'une droite perpendiculaire à ses deux autres faces que je suppose, elles-mêmes, pouvoir glisser sans frottement entre deux plans rigides. Je considérerai d'abord ce prisme comme faisant partie d'un massif limité à sa partie supérieure par un plan horizontal et indéfini dans tous les autres sens. Sur une droite AOA', de longueur $2l$, tracée sur le plan qui forme la surface supérieure de ce massif, se trouve appliquée une charge verticale $2Pl$ uniformément répartie à raison de P par unité de longueur. La distribution des pressions aux divers points du massif indéfini, ainsi que les déplacements de ces points sous l'action de la charge, peuvent se déterminer par les formules établies par M. Boussinesq, dans son volume sur l'*Application des potentiels*. L'origine des coordonnées étant placée au milieu O de la ligne AOA', cette ligne elle-même prise pour axe des y, l'axe des x tracé horizontalement sur la surface du massif et celui des z verticalement de haut en bas, les déplacements u, v, w d'un point quelconque (x, y, z) sont exprimés par les formules suivantes, données sous le n° 4 à la page 883 de la traduction, par Saint-Venant, de la *Théorie de l'élasticité des corps solides*, de Clebsch :

$$(1)\quad (u, v) = -\frac{d}{d(x, y)}\left(z\frac{d\varphi}{dz} + \frac{\mu}{\lambda+\mu}\varphi\right), \qquad w = -z\frac{d^2\varphi}{dz^2} + \frac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\frac{d\varphi}{dz},$$

dans lesquelles φ est le quotient par $4\pi\mu$ du potentiel logarithmique de la charge, soit

$$\varphi = \frac{P}{4\pi\mu}\int_{-l}^{l}\log\left[z + \sqrt{x^2+z^2+(b-y)^2}\right]db,$$

db représentant un élément quelconque de la ligne chargée, situé à une distance b de l'origine.

» L'intégrale indéfinie s'obtient facilement en intégrant d'abord par parties, puis par la méthode ordinaire de décomposition en fractions simples. Elle est, avec une constante arbitraire,

$$\begin{aligned}\int\log&\left[z+\sqrt{x^2+z^2+(b-y)^2}\right]db\\ &= (b-y)\log\left[z+\sqrt{x^2+z^2+(b-y)^2}\right] - b + y\\ &\quad + z\log\left[b-y+\sqrt{x^2+z^2+(b-y)^2}\right]\\ &\quad + 2\sqrt{x^2}\,\text{arc tang}\,\frac{z+b-y+\sqrt{x^2+z^2+(b-y)^2}}{\sqrt{x^2}} + \text{const.}\end{aligned}$$

Il suffit d'en prendre la valeur entre $-l$ et $+l$ et de la multiplier par $\frac{P}{4\pi\mu}$ pour avoir la fonction φ et, par suite, les déplacements u, v, w.

» Le calcul se simplifie lorsqu'on se borne à chercher les valeurs de ces déplacements pour des points voisins de l'origine, les seuls qui feront partie du prisme rectangulaire, de dimensions limitées, que l'on supposera découpé dans le massif. En admettant que l devienne très grand, x, y et z restant assez petits pour qu'on puisse les négliger devant l ou $l-y$, la fonction φ se réduit à

$$\varphi = \frac{P}{2\pi\mu}\left[z - l(1-\log l) + z\log\frac{2l}{\sqrt{x^2+z^2}} + x\operatorname{arc\,tang}\frac{x}{z}\right];$$

et, par suite, d'après les formules (1),

$$u = \frac{P}{2\pi\mu}\left(\frac{xz}{x^2+z^2} - \frac{\mu}{\lambda+\mu}\operatorname{arc\,tang}\frac{x}{z}\right), \qquad v = 0,$$
$$w = \frac{P}{2\pi\mu}\left(\frac{z^2}{x^2+z^2} + \frac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\log\frac{2l}{\sqrt{x^2+z^2}}\right).$$

Les déplacements étant ainsi connus, on trouve par les formules générales les composantes suivantes N, T des pressions

$$N_x = -\frac{2P}{\pi}\frac{x^2z}{(x^2+z^2)^2}, \qquad N_z = -\frac{2P}{\pi}\frac{z^3}{(x^2+z^2)^2}, \qquad T_y = -\frac{2P}{\pi}\frac{xz^2}{(x^2+z^2)^2};$$

sur l'axe des y, les N, T sont infinis.

» Il résulte de ces expressions que tous les points situés dans un même plan parallèle aux zx restent dans ce plan, et que tous les points placés sur une même droite parallèle à l'axe des y restent sur cette droite, qui se déplace parallèlement à elle-même. Il suffit donc d'étudier ce qui se passe dans le plan zx. Alors, $r=\sqrt{x^2+z^2}$ étant la distance d'un point quelconque de ce plan à l'origine, les N, T deviennent

$$N_x = -\frac{2P}{\pi r}\frac{x^2z}{r^3}, \qquad N_z = -\frac{2P}{\pi r}\frac{z^3}{r^3}, \qquad T_y = -\frac{2P}{\pi r}\frac{xz^2}{r^3},$$

et la dilatation cubique $\theta = -\frac{Pz}{(\lambda+\mu)\pi r^2}$.

» Les composantes p_x, p_z, parallèles aux deux axes, de la pression p sur un élément plan quelconque, faisant avec la verticale l'angle β, seront

$$p_x = N_x\cos\beta + T_y\sin\beta, \qquad p_z = N_z\sin\beta + T_y\cos\beta.$$

» Le rapport $\frac{p_x}{p_z}$ est toujours égal à $\frac{x}{z}$, c'est-à-dire que la pression p est toujours dirigée vers l'origine. Soit α l'angle formé avec la verticale par le

rayon vecteur joignant l'origine à un point quelconque $\left(\cos\alpha = \frac{z}{r}\right)$, et ds la projection, sur une perpendiculaire à ce rayon vecteur, d'un élément plan mené par ce point et faisant l'angle β avec la verticale : la grandeur de cet élément sera $\frac{ds}{\sin(\alpha+\beta)}$, la pression totale qu'il supportera $\frac{p\,ds}{\sin(\alpha+\beta)}$, ou, en mettant pour p sa valeur $\sqrt{p_x^2+p_z^2}$, $\frac{2Pz\,ds}{\pi r^2}$.

» La pression totale sur l'élément plan considéré est donc indépendante de la direction de cet élément ; elle ne dépend que de sa position et de la grandeur ds de sa projection sur une perpendiculaire au rayon vecteur. Si l'on appelle $d\alpha$ l'angle sous-tendu par cet élément plan ou l'angle, $d\alpha = \frac{ds}{r}$, formé par les deux rayons vecteurs menés de l'origine à ses extrémités, *la pression totale qu'il supporte est exprimée simplement par* $\frac{2P}{\pi}\cos\alpha\, d\alpha$, *quelles que soient sa direction, sa grandeur et sa distance à l'origine, pourvu qu'il soit compris entre les deux mêmes rayons vecteurs faisant entre eux l'angle élémentaire* $d\alpha$; *et cette pression est toujours dirigée vers l'origine.*

» Ce résultat peut être obtenu directement, sans avoir recours à l'analyse qui précède, en partant des formules données par M. Boussinesq pour les valeurs des composantes de la pression sur un élément plan horizontal quelconque d'un massif indéfini. Il suffit d'intégrer ces valeurs pour des charges $P\,dy$, placées tout le long de l'axe des y, depuis $-\infty$ jusqu'à $+\infty$. Ce même procédé peut fournir les valeurs trouvées plus haut pour les déplacements u, w, en limitant l'intégration à $y = \pm l$ et en faisant l très grand par rapport aux coordonnées x et z. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la loi de résistance des cylindres utilisés dans les manomètres crushers.* Note de M. **P. Vieille**, présentée par M. Sarrau.

« L'étude directe, au moyen des appareils inscripteurs, du mode de fonctionnement du manomètre crusher sous l'action des pressions explosives, montre que, pour toutes les poudres susceptibles d'applications balistiques, le fonctionnement du manomètre est statique, c'est-à-dire qu'il y a très exactement équilibre à chaque instant de la combustion et, *a fortiori*, au moment du maximum de pression entre la pression motrice et la résistance opposée par le cylindre. Il suit de là que la mesure des pressions est

subordonnée à l'évaluation correcte de la loi de résistance des cylindres en fonction de l'écrasement.

» La Table de tarage *réglementaire*, dans l'artillerie française, pour la mesure des pressions dans les bouches à feu, ne donne pas exactement cette loi de résistance, parce qu'elle a été établie par un mode de fonctionnement de l'appareil de tarage (balance de Jœssel) mettant en jeu des forces d'inertie qui faussent l'écrasement observé.

» La Table de tarage statique que nous avons établie, M. Sarrau et moi, en 1882, est obtenue à l'aide du même appareil (balance de Jœssel), mais dans des conditions qui éliminent les forces d'inertie.

» Le degré d'exactitude des deux Tables peut être mis en évidence d'une façon directe en comparant les écrasements fournis par une même pression explosive, appliquée dans les conditions d'un fonctionnement statique, soit à un cylindre unique, soit à des cylindres accouplés au nombre de deux, trois ou quatre. Il est évident qu'une Table correcte doit fournir, dans les divers cas, des pressions totales identiques.

» Une série de vingt et une expériences comparatives nous a montré que la Table statique fournit des indications concordantes pour les pressions déduites des écrasements d'un cylindre unique ou de cylindres accouplés, tandis que la Table réglementaire conduit à des pressions différentes.

» Cette vérification prouve que la Table statique donne une véritable mesure de la résistance des cylindres et des pressions explosives, mais elle n'établit pas que l'unité de cette mesure est bien l'unité théorique admise dans la graduation de la balance de Jœssel supposée parfaite, c'est-à-dire sans frottements ni causes d'erreurs appréciables.

» Nous nous sommes proposé de reprendre cette mesure des résistances en établissant un appareil de tarage moins encombrant que la balance de Jœssel, dont le mode de construction fût à l'abri des causes d'erreurs systématiques.

» Cet appareil se compose d'un piston libre du système de M. Amagat, de $0^{m},33$ de diamètre, reposant par l'intermédiaire d'un liquide visqueux (huile de ricin) sur un bain de mercure communiquant avec un manomètre à air libre de 4^{m} de hauteur.

» Le cylindre de cuivre est directement écrasé sur la tête du piston et le manomètre mesure des pressions comprises entre 0^{kg} et 4500^{kg} qui permettent d'obtenir le tarage dans les limites extrêmes de la pratique. Les frottements sont éliminés par une méthode de retournement qui consiste

à provoquer l'écrasement du cylindre, soit par une pression supérieure déterminant l'abaissement du piston, soit par une injection de liquide à la partie inférieure du piston pour en déterminer le relèvement.

» Ces nouvelles expériences nous ont montré que les frottements de la balance de Jœssel n'étaient pas négligeables. La même méthode de retournement peut, d'ailleurs, être appliquée à cet appareil et rétablit la concordance des indications fournies par les deux instruments de tarage.

L'emploi de cette méthode de retournement s'appliquerait avec une égale facilité à toutes les machines d'essai des métaux utilisés dans l'industrie et nous pensons qu'elle supprimerait les divergences souvent considérables que présentent les résultats fournis par des appareils de même type, mais dans lesquels les frottements sont loin d'être négligeables ou constants.

» La connaissance de la loi exacte de résistance des cylindres dans les conditions du tarage ne peut donner une évaluation correcte des pressions fournies par les explosifs, qu'à la condition que cette loi de résistance ne dépende que des déformations et non du mode suivant lequel elles sont effectuées.

» Nous avons consacré de nombreuses expériences à la vérification de cette donnée fondamentale. Dans les modes de déformations si différents réalisés, soit dans le tarage avec des vitesses d'écrasement de quelques dixièmes de millimètre par seconde, soit dans le fonctionnement normal des explosifs avec des vitesses de plusieurs mètres par seconde, il était à craindre que la loi de résistance ne fût pas la même, en raison de phénomènes, récemment étudiés par M. Le Chatelier sous le nom de *recuit spontané*, qui tendent à modifier, d'une façon variable avec le temps, la limite élastique ou l'écrouissage acquis par le métal à l'instant de la déformation.

» Nous avons établi, en effet, que l'écrouissage joue un rôle prépondérant dans l'accroissement de résistance présenté par les cylindres, dans la première période de déformation correspondant aux écrasements usuels de 3^{mm} à 4^{mm}. Nous avons fait varier, dans des limites très étendues, la durée des déformations résultant de l'application d'une même pression, en agissant soit sur la masse du piston intermédiaire, soit sur la durée de combustion de l'explosif, et nous avons constaté l'identité des écrasements obtenus, dans des durées de fonctionnement variant dans le rapport de 1 à 10, par la modification des masses du piston, et dans le rapport de 1 à 27, par la modification des durées de combustion.

» Dans d'autres expériences, nous avons cherché à mettre en évidence l'existence d'une surélévation temporaire de la résistance dans un écrasement brusque, en comparant les écrasements obtenus par l'action d'une même pression explosive sur un cylindre normal et sur un cylindre préalablement écrasé, dans les conditions mêmes du tarage, à une hauteur très voisine de celle qui devait résulter de l'application de la pression explosive.

» L'identité des résultats obtenus conduit à regarder les résistances mises en jeu par les cylindres comme ne dépendant que de la déformation et non du mode suivant lequel elle est effectuée.

» La Table des résistances mesurées dans le cas particulier du tarage, pour des déformations lentes, est donc d'une application générale. »

OPTIQUE. — *Sur la méthode Doppler-Fizeau.* Note de M. **Moessard**, présentée par M. Cornu.

« La méthode Doppler-Fizeau repose sur ce principe, que lorsqu'un corps sonore et un observateur sont en mouvement, la hauteur du son perçu par l'observateur dépend du mouvement de ces deux points.

» Mais, pour établir les formules qui découlent de ce principe, on n'a pas toujours le droit de ne considérer que le mouvement relatif des deux points l'un par rapport à l'autre. Il est facile de se convaincre, en effet, que le mouvement propre ou, pour mieux dire, que le mouvement relatif de chacun d'eux par rapport à l'air ambiant, entre en ligne de compte de façon bien différente dans la constitution du phénomène.

» Prenons d'abord le cas le plus simple : l'air est immobile et les deux corps se déplacent sur la ligne droite qui les joint.

» Soit S le corps sonore marchant dans la direction de la flèche; à l'époque de la vibration précédente, il était en S_1, à celle d'avant, en S_2, et de même en S_3, S_4, etc., SS_1, S_1S_2, S_2S_3 représentant le déplacement du corps pendant une vibration. Les ondes correspondantes sont, au moment considéré, sur les sphères O_1, O_2, O_3, dont les rayons diffèrent du chemin parcouru par le son pendant une vibration. Ces ondes sont donc contractées en avant, dilatées en arrière. Soit V la vitesse du son; v la vitesse du corps; t la durée d'une vibration. Nous conviendrons de prendre avec le signe + les vitesses dirigées de la gauche vers la droite.

» La longueur de l'onde contractée $SA = AB = BC = (V - v)t$.

» Cette onde se déplace avec la vitesse V.

» D'autre part, l'observateur se meut avec une vitesse v'. Soit P sa position quand il est atteint par le point C de l'onde O_3, le point B de l'onde suivante est alors en arrière de la quantité $BC = (V - v)t$, et il rejoint l'observateur en un point P', au bout d'un temps t', tel que $PP' = v't'$, et que $BP' = Vt'$, donc BC ou $(V - v)t = (V - v')t'$, et enfin

$$\frac{t}{t'} = \frac{V - v'}{V - v}.$$

» On remarquera que, dans le cas où les vitesses v et v' sont petites par rapport à celle de l'onde, conformément à la théorie ordinaire, le quotient se réduit à $1 - \frac{v' - v}{V}$ où ne figure plus que la vitesse relative de la source et de l'observateur.

» Il en résulte immédiatement que, si l'on ne connaît que l'intervalle musical entre le son émis et le son entendu, le problème est indéterminé, puisqu'il reste deux inconnues, v et v', pour une seule équation.

» Si l'on suppose maintenant l'air en mouvement avec une vitesse a en S, au moment où le son se produit, et une vitesse a', en P, au moment où il est perçu, la formule devient

$$\frac{t}{t'} = \frac{V + a' - v'}{V + a - v},$$

à quatre inconnues.

» Si l'on veut aborder le problème dans toute sa généralité, le corps sonore et l'observateur se déplacent sur deux courbes avec des vitesses variables. Une onde sonore, émise en S, atteint l'observateur en P; soient v et v' les vitesses de l'un et de l'autre en S et en P, soient a et a' les composantes de la vitesse du vent suivant SP, l'une en S au moment de l'émission, l'autre en P au moment de la perception.

» L'onde suivante, émise d'un point S' tel que $SS' = vt$, sera à ce moment sur un élément sphérique de rayon S'O', tel que

$$SP - S'O' = (V + a)t;$$

elle atteindra l'observateur en P' tel que $PP' = v't'$ et $O'P' = (V + a')t'$.

» Alors

$$SP - S'P' = SP - S'O' - O'P' \quad \text{ou} \quad SP - S'P' = (V + a)t - (V + a')t',$$

facile à calculer, si l'on connaît a, a', t et t'.

» Mais ce n'est pas là la valeur exacte du rapprochement des deux points suivant la droite qui les joint, car, au bout du temps t', le corps sonore sera en S″ tel que $SS'' = vt'$, et la variation de distance à l'observateur est représentée par la quantité $SP - S''P'$.

» La différence entre cette valeur vraie et la valeur approchée $SP - S'P'$ est, dans tous les cas, inférieure à $S'S''$, qui est égal à $v(t - t')$.

» Les considérations qui précèdent s'appliquent aux mouvements des corps lumineux. Les formules ne changent pas : V représente la vitesse de propagation de la lumière, a et a' représentent les vitesses de l'éther a au point lumineux au moment du départ du rayon considéré et a' près de l'observateur au moment de l'arrivée du même rayon.

» Si l'on néglige a et a' et si l'on remplace t et t' par les longueurs d'onde l et l' qui leur sont proportionnelles, les formules deviennent :

» 1° En supposant que les deux astres se meuvent suivant la droite qui les joint,

$$\frac{l}{l'} = \frac{V - v'}{V - v};$$

» 2° En supposant les mouvements quelconques, la valeur approchée de la variation de distance des deux astres est représentée par l'expression

$$V(t - t'),$$

avec une erreur toujours inférieure à $v(t - t')$.

» Le problème est indéterminé dans tous les cas, mais il est absolument certain qu'on n'a jamais le droit de ne considérer que le mouvement relatif des deux points, sous peine de commettre une erreur qui, sous certaines conditions, peut être infiniment grande.

» Ne prendre que le mouvement apparent revient, en effet, à substituer à la formule vraie

$$\frac{l}{l'} = \frac{V - v'}{V - v}$$

une autre formule

$$\frac{l}{l'} = \frac{V}{V - v + v'},$$

et l'on voit de suite que, pour $v = V$ par exemple, la différence entre ces deux valeurs de $\frac{l}{l'}$ est égale à l'infini. »

ÉLECTRICITÉ. — *Examen de la possibilité d'une action réciproque entre un corps électrisé et un aimant.* Note de M. **Vaschy**, présentée par M. A. Cornu.

« Les lois fondamentales des actions électriques et magnétiques se résument dans les quatre formules suivantes :

(1) $f = k\frac{qq'}{r^2}$ (Coulomb, *Électrostatique*),

(2) $f = k'\frac{\mu\mu'}{r^2}$ (Coulomb, *Magnétisme*),

$f = \frac{\mu i\, ds \sin\alpha}{r^2}$ (Laplace, *Électromagnétisme*),

$f = \frac{1}{k'}\frac{ii'\, ds\, ds'}{r^2}(2\cos\varepsilon - 3\cos\theta\cos\theta')$ (Ampère, *Électrodynamique*).

» La nature du milieu qui transmet ces actions intervient dans les formules d'Électrostatique et de Magnétisme par les coefficients k et k'; mais les lois de l'Électromagnétisme et de l'Électrodynamique n'introduisent aucun nouveau coefficient. On peut se demander s'il n'existe pas d'autres actions électriques ou magnétiques, inconnues jusqu'ici, qui ne fassent intervenir aucun nouveau coefficient distinct de k et de k', c'est-à-dire aucune nouvelle qualité physique du milieu. Par exemple, un corps électrisé exerce-t-il une action sur un aimant? On reconnaît simplement, grâce à des considérations d'homogénéité, qu'une telle action n'existe pas.

» Supposons en effet qu'une quantité d'électricité q et un pôle magnétique μ, situés à une distance r, exercent l'un sur l'autre une force f. Cette force dépend des grandeurs de q, μ, r et des paramètres k et k'. Par raison de symétrie, elle est dirigée suivant la droite $q\mu$. D'autre part, elle est proportionnelle à q et à μ; car l'action de q sur n pôles égaux à μ concentrés en un même point, c'est-à-dire sur un pôle égal à $n\mu$, est n fois plus grande. Autrement dit, la force f est proportionnelle à la grandeur du pôle; et, pour une raison semblable, elle est proportionnelle à la quantité d'électricité. On peut donc poser

$$f = q\mu\,\mathrm{F}(r, k, k')$$

ou, ce qui revient au même,

$$f = \sqrt{kk'}\,\frac{q\mu}{r^2}\,\Phi(r, kk', k).$$

Le facteur $\sqrt{kk'}\,\frac{q\mu}{r^2}$ mis en évidence a les dimensions d'une force, tandis que r (longueur), kk' (carré d'une vitesse) et k (grandeur électrique) ont des dimensions indépendantes entre elles. En vertu d'un théorème déjà invoqué dans ma précédente Note, la fonction inconnue Φ est en réalité indépendante de r, de k et de k' : c'est donc une constante numérique A

$$f = \mathrm{A}\sqrt{kk'}\,\frac{q\mu}{r^2}. \tag{3}$$

» Telle doit être la loi de l'action réciproque de la quantité d'électricité q et du pôle magnétique μ. Si cette action n'a pas été constatée expérimentalement, cela tient-il à la petitesse du coefficient A? Non, car le raisonnement suivant montre que ce coefficient est égal à 1.

» De la comparaison des formules (1) et (3) il ressort :

» 1° Que l'action exercée par la quantité d'électricité q est la même, à la même distance r, sur le pôle magnétique μ, que sur une quantité d'électricité q' égale à

$$q' = \mathrm{A}\sqrt{\frac{k'}{k}}\,\mu, \tag{4}$$

et, par suite, que dans un champ électrique le pôle μ se comporte, *au point de vue de l'action qu'il subit,* comme la quantité d'électricité q';

» 2° Que l'*action exercée par le pôle* μ sur une quantité d'électricité q à la distance r est la même que celle qu'exercerait, à la même distance, une quantité d'électricité q' égale à la valeur (4); en d'autres termes, μ crée un champ électrique d'intensité H égale à

$$\mathrm{H} = \frac{f}{q} = k\,\frac{q'}{r^2} = \mathrm{A}\sqrt{kk'}\,\frac{\mu}{r^2}. \tag{5}$$

» Il résulte de là que, si deux pôles magnétiques μ et μ' sont en présence l'un de l'autre à la distance r, le premier crée un champ électrique d'intensité H et le second subit l'effet de ce champ comme une quantité d'électricité q' égale à

$$q' = \mathrm{A}\sqrt{\frac{k'}{k}}\,\mu'.$$

» Le pôle μ exerce donc sur μ' une force f dirigée suivant la droite $\mu\mu'$ et égale à

$$f = \mathrm{H}\,q' = \mathrm{A}^2 k'\,\frac{\mu\mu'}{r^2}. \tag{6}$$

» La conséquence de ce raisonnement est l'existence de l'action réciproque de deux aimants; la loi élémentaire de cette action est exprimée par la formule (6). Comme, d'autre part, l'expérience a montré que cette loi est exprimée par la formule (2), la comparaison de ces deux formules donne

$$A^2 = 1, \qquad \text{d'où} \qquad A = 1.$$

» La formule (3) devient ainsi

$$f = \sqrt{kk'}\,\frac{q\mu}{r^2}.$$

» Elle représente la loi élémentaire des actions entre aimants et corps électrisés, en supposant que ces actions existent et ne dépendent de la nature du milieu que par les coefficients k et k', coefficients suffisants, dans l'état actuel de la Science, pour établir la théorie des phénomènes électriques et magnétiques.

» La force f qui s'exercerait, dans cette hypothèse, entre une quantité d'électricité q et un pôle magnétique μ situés à une distance r l'un de l'autre, serait, comme on le voit, égale à la moyenne géométrique $\sqrt{f_1 f_2}$ des forces qui s'exerceraient : 1° entre deux quantités d'électricité égales à q, placées à la même distance $r\left(f_1 = k\frac{q^2}{r^2}\right)$; 2° entre deux pôles égaux à $\mu\left(f_2 = k'\frac{\mu^2}{r^2}\right)$. Cette force f serait donc tout aussi facilement mesurable que les forces f_1 et f_2 entre corps électrisés et entre aimants. Comme elle n'a jamais été constatée, c'est évidemment ou bien qu'elle n'existe pas, ou bien qu'elle doit dépendre d'un nouveau paramètre servant à définir une nouvelle qualité physique du milieu. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxyde azotique sur les oxydes metalliques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« Dans une précédente Communication ([1]), nous avons fait connaître l'action de l'oxyde azotique (bioxyde d'azote) sur les métaux et sur les oxydes inférieurs capables d'être suroxydés. Ces résultats, complètement distincts de ceux que fournissent l'oxygène ou l'air, établissent que l'oxyde

---

([1]) Séance du 13 juin 1892.

azotique possède un pouvoir *oxydant* qui lui est propre, et ne résulte pas des produits de sa destruction antérieure.

» *Pouvoir réducteur de l'oxyde azotique.* — L'étude de son action sur les peroxydes nous montre qu'il peut aussi se comporter comme *réducteur*.

» On sait que l'oxyde azotique tend à se transformer en peroxyde d'azote (acide hypoazotique) par fixation directe d'un atome d'oxygène, et l'on peut prévoir que celui-ci pourra être enlevé à certains oxydes, qui se trouveront ainsi réduits soit à l'état métallique, soit à l'état d'oxyde inférieur.

» Cette réduction a lieu, en effet, quelquefois, conformément aux indications thermiques. La réaction

$$AzO + O = AzO^2$$

dégage, à froid, 19^{Cal}. Quand la température s'élève, cette valeur diminue à cause de la transformation progressive que subit le peroxyde d'azote, dont la densité va en décroissant jusqu'au voisinage de 150°, température à partir de laquelle elle correspond au poids moléculaire AzO^2 (1).

» Au-dessus de 150°, la réaction dégage seulement

$$16^{Cal},7,$$

et c'est la valeur qu'il convient d'adopter pour toutes les réactions effectuées à des températures supérieures.

» Comparons les chaleurs de formation de divers peroxydes :

		Cal
$Hg^2O + O = 2HgO$	dégage	20
$Cu^2O + O = 2CuO$	»	38,2
$2FeO + O = Fe^2O^3$	»	51,2
$SnO + O = SnO^2$	»	66

Ces chaleurs, rapportées à la fixation d'un atome d'oxygène, sont bien supérieures à $13^{Cal},7$; aussi nous trouvons que l'oxyde azotique ne réduit aucun de ces oxydes au-dessous de 500°. Il ne réduit pas non plus les acides molybdique, tungstique, titanique, vanadique et l'oxyde uranique, tous oxydes pour lesquels les données thermiques font défaut.

» Au contraire, nous trouvons que

	Cal
$Ag^2 + O = Ag^2O$ dégage	7
$\frac{1}{3}Cr^2O^3 + O = \frac{2}{3}CrO^3$ dégage	2,1 (environ)
$PbO + O = PbO^2$ dégage	12,2

» Ces chaleurs, toujours rapportées à un atome d'oxygène, sont infé-

(1) Berthelot et Ogier, *Bull. de la Soc. chim.*, t. XXXVII, p. 434.

rieures à $13^{Cal},7$: on peut donc penser que la réduction par l'oxyde azotique pourra avoir lieu. C'est ce que l'expérience vérifie exactement.

» La réduction de l'acide chromique commence à la température ordinaire.

» L'oxyde d'argent ne se détruit pas en ses éléments quand on le chauffe au-dessous de 200°; mais l'oxyde azotique le réduit facilement à partir de 170°.

» L'oxyde puce de plomb, PbO^2, chauffé seul, est parfaitement stable au-dessous de 450° : sa décomposition n'a guère lieu qu'au rouge et elle fournit alors du minium orangé, qu'une calcination prolongée transforme en litharge jaune. Au contraire, dans l'oxyde azotique, la réduction commence vers 315° et se poursuit régulièrement à cette température *en donnant immédiatement de la litharge blanche*, parfaitement homogène.

» Le bioxyde de manganèse, qui ne dégage de l'oxygène qu'au rouge, agit sur l'oxyde azotique dès 400° et se transforme en sesquioxyde brun.

» *Formation des azotites.* — On sait que l'oxyde azotique, dirigé sur du bioxyde de baryum chauffé, s'unit à lui par addition en donnant de l'azotite de baryum. Une réaction analogue a été signalée pour d'autres oxydes par Schœnbein (*Jahresberichte*, 1847-1848, p. 387) : en agitant, avec de l'oxyde azotique, de l'eau froide tenant en suspension de l'oxyde puce de plomb, ou du bioxyde de manganèse, ou de l'oxyde d'argent, il a observé la formation d'azotites.

» Mais l'air dissous dans l'eau ou fixé sur l'oxyde pulvérulent pouvait peut-être déterminer le phénomène, en produisant à la fois des azotites et des azotates. Nous avons répété cette expérience en évitant autant que possible l'intervention de l'air. L'oxyde à essayer est mis en suspension dans l'eau désaérée au milieu de laveurs parcourus d'abord par un courant prolongé d'hydrogène : on y dirige ensuite l'oxyde azotique, absolument débarrassé de toute vapeur nitreuse.

» En opérant de la sorte, on trouve qu'il y a bien réellement formation exclusive d'azotites. C'est le bioxyde de plomb qui fournit les résultats les plus marqués : après une heure de passage du gaz, la teinte jaune du liquide est déjà nette. Cette teinte va en s'accentuant de plus en plus. Après trois heures, la liqueur contenait par litre à peu près 4^{gr} d'azotite de plomb.

	Calculé.	Trouvé.
Az^2O^3	25,4	25,0
PbO	74,6	75,0
	100,0	100,0

» En continuant à faire passer le courant de gaz, la liqueur s'enrichit et devient plus jaune; mais on y aperçoit des signes de décomposition. Celle-ci se continue d'ailleurs quand on essaye de concentrer le liquide dans le vide sec. Il se dépose des lamelles rhombiques peu colorées d'angle voisin de 75°30′, constituées par un azotite basique de plomb.

» Le bioxyde de manganèse, même hydraté, donne une réaction beaucoup plus lente : après trois heures de passage de l'oxyde azotique, la liqueur renfermait par litre seulement $0^{gr},12$ d'azotite manganeux.

» L'oxyde d'argent Ag^2O donne également des traces d'azotite d'argent avec dépôt d'une quantité correspondante d'argent métallique : mais la dose est encore moindre que pour le bioxyde de manganèse.

» Dans une prochaine Communication nous aurons l'honneur de faire connaître à l'Académie l'action du peroxyde d'azote sur les métaux et les oxydes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un bromazoture de phosphore.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« J'ai signalé antérieurement (*Comptes rendus*, séance du 22 décembre 1890) l'existence d'une combinaison du gaz ammoniac avec le pentabromure de phosphore à laquelle, eu égard aux dosages de brome et de phosphore, j'ai attribué la composition $PBr^5, 9AzH^3$; les dosages d'ammoniaque par la chaux sodée faits depuis lors ont donné les nombres 24,91 et 25,88 (théorie 26,19), qui confirment cette composition.

» Lorsque l'on soumet le pentabromure de phosphore ammoniacal à l'action progressive de la chaleur sous pression réduite (de 2 à 3^{cm} de mercure), on observe vers 200° la formation d'un sublimé de petits cristaux qui ne sont pas du bromhydrate d'ammoniaque, car ils sont insolubles dans l'eau; mais ils se forment en quantité si faible, que je n'ai pu les isoler ainsi. D'autres essais, faits en saturant directement le pentabromure par du gaz ammoniac sec, soit à froid, soit en laissant la température s'élever librement pendant la saturation, puis chauffant le produit obtenu comme je viens de l'indiquer, n'ont pas été beaucoup plus heureux; ces divers essais, qui avaient porté sur plus de 500^{gr} de pentabromure, ne m'avaient pas permis d'isoler 1 décigramme de ces cristaux.

» J'ai augmenté un peu le rendement en opérant de la façon suivante : Après avoir saturé le pentabromure de phosphore par du gaz ammoniac

sec directement, en ayant soin d'éviter une élévation de température trop considérable, j'ai chauffé le produit blanc ainsi obtenu avec environ deux fois son poids de pentabromure en tubes scellés à 250°-275°, pendant une douzaine d'heures. Les tubes, ouverts, laissent dégager de l'acide bromhydrique et le magma semi-fluide qu'ils contiennent est introduit dans un matras que l'on chauffe au bain d'huile sous pression réduite.

» Le pentabromure non altéré commence à se sublimer, puis, vers 200°, apparaissent des cristaux blancs qui se fixent à peine au-dessus du niveau de l'huile.

» On les isole, on les sublime une seconde fois dans le vide et l'on a ainsi le bromazoture PBr^2Az; il a donné à l'analyse les nombres suivants :

	Analyse.	Théorie.
Az pour 100	7,19	6,83
Br pour 100	79,15	78,05

» Le rendement est excessivement faible et ne m'a pas permis de préparer plus de 1^{gr} de ce corps.

» Le bromazoture PBr^2Az se présente par sublimation sous forme de cristaux incolores très réfringents, qui semblent affecter la forme rhomboédrique; il fond à 188°-190° et commence à se sublimer à 150° dans le vide.

» Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther, moins soluble dans le sulfure de carbone et le chloroforme.

» J'ai signalé le chlorazoture PCl^2Az comme premier terme de la décomposition sous l'action de la chaleur du pentachlorure de phosphore ammoniacal, mais il ne faudrait pas considérer ce mode de formation comme favorable à une préparation importante de ce corps; car, d'une part, le pentachlorure de phosphore ammoniacal est possible à préparer et, d'autre part, le rendement est faible. On augmente beaucoup celui-ci en opérant en présence d'un excès de pentachlorure; en suivant le mode opératoire que je vais décrire, on obtient de bons résultats.

» Sur les parois d'un grand flacon, on détermine la production d'une couche de pentachlorure par réaction directe du chlore sur le trichlorure de phosphore; on chasse ensuite l'excès de chlore par un courant d'air sec, puis on fait arriver le gaz ammoniac desséché en ayant soin de maintenir le vase refroidi à 0°; la saturation du perchlorure ne se fait ainsi que superficiellement. Quand elle est terminée, on détache la croûte des parois et, après l'avoir broyée, on l'introduit dans un matras et l'on chauffe au

bain d'huile sous pression réduite. Le chlorazoture se sublime et on le débarrasse d'un peu de perchlorure qui l'accompagne par un lavage à l'eau. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acide permolybdique*. Note de M. E. **Péchard** [1], présentée par M. Troost.

« Les permolybdates, dont j'ai indiqué la préparation et les propriétés dans une récente Communication [2], contiennent un acide suroxygéné du molybdène, l'acide permolybdique. On peut préparer facilement une dissolution de cet acide en employant un des procédés suivants :

» 1° On décompose le permolybdate de baryum par la quantité équivalente d'acide sulfurique. La liqueur jaune, séparée par filtration du sulfate de baryum formé, contient l'acide permolybdique.

» 2° L'hydrate molybdique $MoO^3, 2H^2O$, insoluble dans l'eau, se dissout facilement dans l'eau oxygénée légèrement chauffée, et donne de l'acide permolybdique.

» 3° L'oxyde bleu de molybdène et le molybdène métallique sont attaqués à froid par l'eau oxygénée qui les transforme en acide permolybdique. Par la première de ces réactions déjà observée par Schöne [3], l'oxyde bleu de molybdène est transformé instantanément en une dissolution jaune orangée. L'attaque du molybdène par l'eau oxygénée, très rapide, comme l'indique Thenard [4], quand l'eau oxygénée est concentrée, se fait lentement avec une eau oxygénée à 10 volumes. En présence d'un excès de molybdène, la liqueur jaune, d'abord formée, bleuit rapidement par suite de la réduction de l'acide permolybdique; mais, en ajoutant de l'eau oxygénée au liquide, l'oxyde bleu se transforme en donnant une dissolution jaune.

» En évaporant dans le vide sec, à la température ordinaire, la dissolution jaune orangé obtenue par une des préparations précédentes, il se dépose une poudre cristalline, jaune, soluble dans l'eau. La dissolution d'acide permolybdique peut être portée à l'ébullition sans être altérée.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(2) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1358.

(3) Schöne, *Zeitschr. für analytische Chemie*, t. IX; 1870.

(4) Thenard, *Cours de Chimie*, t. I, p. 505.

Les acides forts n'ont aucune action sur elle, sauf l'acide chlorhydrique, qui ramène cet acide à l'état d'acide molybdique avec dégagement de chlore. Les corps réducteurs, comme le chlorure stanneux et le sulfate de fer, décomposent la dissolution d'acide permolybdique en la transformant en oxyde bleu.

» L'acide permolybdique cristallisé a une composition qui correspond à la formule $Mo^2O^7 + 5H^2O$. Son analyse s'effectue en le soumettant à l'action de la chaleur. A 100°, le corps perd quatre molécules d'eau, et ce n'est qu'à plus haute température que l'acide perd en même temps la dernière molécule d'eau et l'oxygène. Si nous remarquons que les permolybdates, décrits récemment, ont une composition qui correspond à la formule générale $MMoO^4$, on doit considérer l'acide permolybdique comme monobasique et écrire sa formule $MoO^4H + 2H^2O$.

» Les analyses de ce composé peuvent être résumées dans le Tableau suivant :

» 1° $1^{gr},0273$ d'acide, chauffé à 100°, ont abandonné $0^{gr},1876$ d'eau; à 440°, le corps perd encore $0^{gr},047$ d'eau et 29^{cc} d'oxygène. Il reste $0^{gr},7498$ d'acide molybdique.

» 2° $1^{gr},1342$ d'acide perdent, à 100°, $0^{gr},2085$ d'eau, et, à 440°, 32^{cc} d'O et $0^{gr},0523$ d'eau. Il reste $0^{gr},8277$ d'acide molybdique.

» 3° $2^{gr},064$ d'acide ont donné $1^{gr},5108$ d'acide molybdique et 57^{cc} d'oxygène.

	Calculé.		Trouvé.		
			1.	2.	3.
Mo^2O^6........	288	73,09	73	72,98	73,2
O........	16	4,07	4,11	4,09	4
$5H^2O$........	90	22,84	22,88	23,01	»
	394	100,00	99,99	100,08	»

» La coloration jaune que donne l'eau oxygénée avec les molybdates alcalins, et qui est due à la couleur des permolybdates, s'accentue et passe à l'orangé par l'addition d'un acide. Cette réaction, qui met en liberté l'acide permolybdique, a été employée par M. Denigès (¹) pour reconnaître des traces d'eau oxygénée. D'autre part, M. Crismer (²) recommande l'emploi de l'acide citrique pour aciduler le mélange d'eau oxygénée et de molybdate d'ammoniaque. Mais, l'acide citrique ayant le double effet de mettre en liberté l'acide permolybdique, puis de le réduire, il me

(¹) *Bull. Soc. chim.*, 3e sér., t. VII, p. 5.
(²) *Gazette médicale de Liège*, nos 2, 3, 5, 7.

semble plus logique d'employer un acide comme l'acide sulfurique qui n'a pas d'action réductrice sur l'acide permolybdique.

» Je poursuis l'étude de ces composés du molybdène et j'indiquerai prochainement les résultats que j'ai obtenus par l'étude calorimétrique de l'acide permolybdique et des permolybdates. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'altération des eaux minérales ferrugineuses conservées.* Note de M. J. **Riban**, présentée par M. Troost.

« Dans une récente Communication (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1363), M. Parmentier insiste, avec raison, sur ce fait bien connu que les eaux minérales, hors de la source, s'altèrent dans les vases qui les contiennent; il propose en outre un procédé pour mieux assurer leur conservation.

» Je ne sais s'il a été fait des expériences qui puissent donner une idée du degré d'altération, variable d'ailleurs, des eaux minérales transportées; mais j'ai eu l'occasion d'examiner, il y a plusieurs années, quelques eaux minérales ferrugineuses au point de vue de leur teneur en fer; c'est le résultat de ces expériences exécutées par un procédé rapide que je me propose de faire connaître.

» Pour me rapprocher le plus possible des conditions ordinaires de l'emploi thérapeutique de ces eaux loin de la source, je les ai prises en bouteilles dans une des pharmacies les mieux achalandées de Paris. Le vase placé debout, pendant le temps, d'ailleurs très court, que nécessite le dépôt ferrugineux ou autre des matières pouvant se trouver en suspension, est débouché avec précaution et l'on siphone 250^{cc} de la partie limpide où l'on dose immédiatement, après acidification, le fer protoxyde au moyen d'une solution faible de caméléon, en se conformant aux prescriptions bien connues. Dans une deuxième prise d'essai, de même volume, on déterminait ensuite le fer total après réduction par le zinc et au moyen du même réactif.

» Cette marche rapide, si commode et souvent usitée pour déterminer de petites quantités de fer, n'est peut-être pas ici à l'abri de tout reproche, à cause de la présence possible de matières organiques ou sulfurées dans quelques eaux minérales. Mais on sait qu'*à froid* la décoloration du permanganate par les sels de fer est instantanée, tandis qu'elle est lente, progressive, pour la plupart des matières organiques; cette deuxième phase de l'opération permet même d'en constater la présence. Remarquons d'ailleurs que l'action des matières organiques tendrait à exagérer la teneur en fer, mais, en cette occurrence, les chiffres obtenus montreraient, *a fortiori*, comme on va le voir, que le fer dissous a presque disparu dans la plupart des eaux minérales transportées.

» Les résultats de l'expérience ont été calculés en fer métallique main-

tenu en dissolution dans un litre; cette forme est à l'abri de toute discussion et permet les groupements hypothétiques ultérieurs; les résultats sont en outre mis en regard du fer métallique contenu dans un litre, calculé d'après les analyses des eaux prises à la source que l'on trouve dans les recueils spéciaux (¹).

	Eau minérale transportée. — Fer métallique		Eau prise à la source. — Fer métallique.
	dissous à l'état de protoxyde.	total après réduction par le zinc.	
	gr	gr	gr
Auteuil (source Quicherat)......	0,0007	0,0022	0,0809 (O. Henry père).
Bussang........................	0,0000	0,0007	0,0082 (O. Henry). 0,0041 (Willm).
Forges (source Royale)..........	0,0000	0,0007	0,0521 (Girardin et Morin).
» (source Reinette)........	0,0002	0,0010	0,0171 (Girardin et Morin).
Lamalou (source Bourges).......	»	0,0059	0,0050 (Béchamp).
Orezza (source Sorgenta sottana)..	0,0000	0,0011	0,0618 (Poggiale).
» 2ᵉ échantillon...........	0,0000	0,0004	»
Pougues (source Saint-Léger)....	0,0004	0,0015	0,0072 (O. Henry). 0,0021 (Carnot).
Soultzbach (Alsace)............	0,0000	0,0000	0,0112 (Oppermann).
Spa (source Pouhon)............	0,0255	0,0260	0,0448 (Monheim).
Vals (source Rigolette)..........	0,0002	0,0015	?
» (source Dominique)........	0,0002	0,0013	?
Vichy (source Lardy)...........	0,0004	0,0011	0,0073 (Villm).

» On voit, par ces quelques exemples, que la plupart des eaux réputées ferrugineuses perdent, telles qu'elles sont conservées pour la consommation, ou la totalité ou la majeure partie de leur fer qui se précipite, et la petite quantité qui reste en dissolution s'y trouve à l'état ferrique. Il en résulte que dans un grand nombre de cas et envisagées, à l'exclusion des autres principes, comme un reconstituant ferrugineux, elles peuvent devenir un agent thérapeutique infidèle; à ce point de vue une réforme s'impose dans la manière de les conserver. Cette conservation préoccupe d'ailleurs depuis longtemps les spécialistes, comme le montrent les nombreux articles consacrés à ce sujet dans les ouvrages d'Hydrologie. On a

(¹) J'ai eu recours au *Recueil des travaux du Comité d'hygiène publique de France,* au *Dictionnaire des eaux minérales* de MM. Durand-Fardel, Lebret et Lefort, et au *Traité* de MM. Egasse et Guyenot.

proposé le remplissage des vases à l'aide d'un tube plongeur et l'expulsion de l'air par des gaz inertes, notamment par l'acide carbonique (M. Porret); on surcharge même de ce gaz certaines eaux minérales; cette dernière pratique est peu recommandable, car elle change la nature de l'eau prise à la source. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de l'acide gallique en pyrogallol. Point de fusion du pyrogallol.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« La distillation de l'acide gallique à l'abri de l'air, ou sa chauffe entre 200° et 210° en vase clos avec de l'eau sont des modes classiques de transformation de cet acide en pyrogallol avec perte d'acide carbonique.

» Nous venons de reconnaître un mode de transformation dans des conditions plus simples et assez remarquables.

» Lorsqu'on ajoute à de l'acide gallique le double de son poids d'aniline, le mélange d'abord liquide se prend brusquement en masse avec élévation de température. Il se fait sans doute un gallate d'aniline. Si l'on chauffe la masse, on remarque que, vers 120°, elle dégage régulièrement de l'acide carbonique sans élévation sensible de température. On peut, à cette température, décomposer la totalité de l'acide gallique. Si l'on chauffe sans ménagement, on remarque que, la température s'élevant peu à peu, la dissolution de l'acide gallique augmente, et le dégagement d'acide carbonique devient plus intense. On arrive ainsi progressivement au point d'ébullition de l'aniline (180°). Après cessation de dégagement gazeux, on obtient par refroidissement du pyrogallate d'aniline en longues aiguilles, qui peuvent atteindre plusieurs centimètres, corps déjà signalé (Mylius), fondant de 55° à 56°.

» Nous avons constaté que ce pyrogallate est très instable. A l'air, à la température ordinaire, plus rapidement dans le vide, il perd son aniline comme un sel hydraté qui s'effleurit. Le benzène et le toluène à froid décomposent ces cristaux, qui changent rapidement d'aspect, leur enlèvent l'aniline et laissent du pyrogallol sensiblement pur.

» Ce pyrogallate d'aniline correspond à la formule

$$C^6H^6O^3, 2(C^6H^5.AzH^2).$$

» Ce mode d'obtention du pyrogallol, qui ne peut être préféré dans

l'industrie au procédé plus économique de chauffe en vase clos en présence de l'eau, est très pratique pour montrer, dans un cours, la transformation de l'acide gallique en pyrogallol.

» Nous avons reconnu de plus que la plupart des amines aromatiques liquides constituent un milieu également favorable à la transformation de l'acide gallique.

» L'orthotoluidine, les xylidines, la monométhylamine mélangées dans la proportion de 2 parties de ces bases pour 1 d'acide gallique, laissent dégager l'acide carbonique à des températures variant de 120° à 150°. La quinoléine donne les mêmes résultats. Nous avons pu faire cristalliser des pyrogallates d'orthotoluidine et de quinoléine.

» La pyridine qui bout à 116°,5 ne décompose pas l'acide gallique à l'ébullition; mais, en chauffant à 130° en tube scellé, on obtient une décomposition progressive.

» Le mécanisme de cette décomposition réside, sans doute, dans la formation des gallates de ces amines aromatiques. Toutes ces bases, sauf l'orthotoluidine, donnent une élévation de température au contact de l'acide gallique et se prennent en masse ajoutées dans les proportions que nous avons dites. Les oxhydryles phénoliques jouent probablement un rôle dans ces combinaisons. Ces gallates sont plus instables que l'acide gallique. Ce dernier, en effet, chauffé au sein de la glycérine, ne se décompose qu'à 200°-210°. De plus, au sein de la diméthylaniline en ébullition à 198°, il ne dégage pas trace d'acide carbonique. Or, précisément, la diméthylaniline, qui est une base très faible, ne se combine pas avec l'acide gallique. La formation des gallates de ces amines et du gallate d'aniline, en particulier, semble liée au départ de CO^2 à une température relativement basse.

» Cette étude nous a amené à reprendre le point de fusion du pyrogallol. Le corps obtenu au sein de l'aniline, purifié par cristallisation dans le toluène bouillant, fond à 132° (température non corrigée). Tous les Ouvrages donnent 115° comme point de fusion du pyrogallol. Nous avons pensé un instant que nous avions obtenu un isomère, peut-être stéréochimique, les deux autres isomères de position prévus par la théorie étant connus, la phloroglucine et l'oxyhydroquinone.

» Étudiant divers échantillons de pyrogallol qui nous ont été fournis par le commerce, nous avons constaté des points de fusion très variables. Certains, sûrement impurs, fondaient à 115°; d'autres, d'une grande blancheur, purifiés par sublimation, se ramollissaient vers 115°-116° et fondaient vers 129°-130°. Après plusieurs cristallisations dans le toluène, nous avons

constaté que ces pyrogallols, de pureté et d'origine diverses, fondaient au delà de 130°.

» Nous estimons que le point de fusion du pyrogallol est 132° (non corrigé) et non pas 115°, comme les livres classiques le répètent. »

ZOOLOGIE. — *Sur les calculs intestinaux du Cachalot (ambre gris).* Note de M. GEORGES POUCHET.

« Grâce à l'extrême obligeance de M. Klotz, propriétaire de la maison de parfumerie Pinaud, j'ai pu examiner, faire dessiner pour la collection des vélins du Muséum et casser moi-même un certain nombre de morceaux d'ambre gris. L'apparence extérieure aussi bien que la cassure des morceaux d'ambre qu'on trouve dans le commerce diffèrent considérablement. Ils semblent au premier abord n'avoir de commun que l'odeur, d'autant plus fine, moins mélangée de relent stercoral, que le morceau est plus ancien.

» L'ambre frais se présente généralement en masses noires, irrégulièrement sphériques, à surface tantôt unie, d'autres fois couverte de saillies semblant provenir de masses pâteuses surajoutées. Le contact est un peu poisseux et légèrement élastique. La cassure révèle l'existence de couches ordinairement partielles, épaisses, disposées autour d'un noyau plus ou moins volumineux, ces couches pouvant elles-mêmes différer beaucoup de couleur et d'aspect. Ces couches, présentant toujours vers l'extérieur la même couleur noire que la surface, indiquent des temps d'arrêt dans la formation du calcul. Tantôt l'apparence du noyau ou des couches est celle d'un sable agglutiné, d'autres fois d'une pâte de papier avec une sorte de schistosité confuse. La coloration varie du jaune vif au gris et au brun presque noir.

» Au niveau des lignes de séparation des couches, que la dessiccation transforme en fissures, on trouve, de même que dans certaines anfractuosités, des taches passant du jaune au vert franc, quelquefois rousses, dues à des formations cryptogamiques que M. Beauregard étudie en ce moment même. Telle est également, pour une part au moins, l'origine d'une effervescence blanche que Guibourt (1870) paraît avoir prise pour de l'ambréine.

» Malgré des différences considérables d'aspect sur lesquelles nous ne pouvons insister ici, les calculs ambréiques offrent toujours une compo-

sition identique; seul, l'agencement des parties constituantes diffère. Ils sont essentiellement formés par un conglomérat de cristaux aciculaires, tantôt disposés parallèlement en strates, tantôt en masses rayonnantes sphériques (¹).

» A côté de ces cristaux figure, dans la composition des calculs ambréiques, une forte proportion de pigment mélanique reconnaissable à ses réactions, soluble dans l'acide sulfurique concentré en donnant un nuage lie de vin qui disparaît presque aussitôt. Enfin, il convient de faire entrer en ligne de compte une certaine quantité de matières excrémentitielles que le microscope ne permet point de reconnaître, mais dont les becs de Céphalopodes suffisent à démontrer la présence.

» Par l'action de la mer, du soleil, du temps, le pigment et les matières excrémentitielles tendent à disparaître et laissent aux morceaux d'ambre un aspect tout différent de celui qu'ils ont frais, gris, pulvérulent, rappelant parfois à s'y méprendre certaines ponces.

» On peut déduire de leur composition même que les calculs ambréiques se forment aux dépens du contenu liquide, comme il l'est toujours chez les Cétacés de l'intestin par un mode de précipitation comparable à celui qui donne naissance aux calculs biliaires.

» On ne possède jusqu'à ce jour aucune observation de calculs ambréiques en place. La présence du pigment mélanique permet de leur assigner, comme lieu de formation, l'avant-dernière portion dilatée du rectum (voir Pouchet et Beauregard, *Mémoire sur le Cachalot*) tapissée par une muqueuse dermique très fortement pigmentée à sa surface, au point de rappeler l'apparence d'un cuir de chaussure ciré et offrant en plus une grande abondance des glandes simples dont l'épithélium est lui-même pigmenté jusqu'au fond du cul-de-sac (²). Il semble probable, d'après leur mode d'accroissement même, que les calculs ambréiques s'enkystent au moins partiellement dans certains cas.

» Nous terminerons par une dernière observation. Pelletier et Caventou avaient déjà montré que l'odeur d'ambre n'appartient pas en propre à l'ambréine. Certaines remarques, que nous avons pu faire au cours de nos

---

(¹) Le fait que nous indiquons ici semble offrir au commerce, par l'emploi du microscope polarisant, un moyen qu'on n'avait point encore de découvrir les falsifications.

(²) Ces glandes présentent en outre de petites concrétions jaunâtres, mais offrant des caractères qui ne permettent pas d'y reconnaître l'ambréine.

recherches tant sur l'ambre que sur l'anatomie même du Cachalot, tendraient à confirmer cette opinion que l'odeur d'ambre, qu'on en fasse ou non remonter l'origine aux proies vivantes dont se nourrit l'animal, n'est pas particulière au contenu de l'intestin du Cachalot, mais qu'elle est propre en quelque sorte à l'animal lui-même et répandue, bien que plus ou moins masquée, dans tous ses organes. Elle se trouverait simplement, au contact de l'ambréine, dans des conditions d'odorance et d'isolement particulièrement favorables. »

ZOOLOGIE. — *L'héliotropisme des Nauplius*. Note de M. C. Viguier, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans un article sur la faune pélagique publié en juillet et août 1890, dans la *Revue générale des Sciences*, j'ai eu l'occasion d'analyser brièvement un travail de MM. Groom et Loeb qui venait de paraître dans le *Biologisches Centralblatt* du 1er mai. Ces auteurs avaient constaté chez les Nauplius de *Balanus perforatus* un véritable héliotropisme, positif lorsque ces larves avaient séjourné dans l'obscurité, négatif après un certain temps d'éclairement. Ces observations, confirmées par d'autres portant sur des Nauplius de *Chthamalus stellatus* et de *Lepas pectinata*, les avaient amenés à attribuer aux variations de l'intensité lumineuse les excursions verticales, non seulement quotidiennes mais saisonnières, des animaux pélagiques. L'explication était fort séduisante : je l'avais trouvée très plausible et donnée comme telle ; mais j'avais toujours eu le désir d'observer par moi-même ces phénomènes si intéressants.

» L'occasion s'en présenta le 5 avril dernier, le pêcheur de la Station zoologique d'Alger ayant recueilli des *Balanus perforatus* dont l'un pondit, au bout de quelques heures, un grand nombre de larves fort actives, que je mis aussitôt en observation. Ces Nauplius, de l'espèce même observée par G. et L. réalisaient ainsi les conditions que ces auteurs ont indiquées comme les plus favorables à l'étude des phénomènes d'héliotropisme, et cependant je ne tardai pas à constater d'importantes divergences entre leurs observations et ce que j'avais sous les yeux.

» Mis dans le cabinet photographique de la station, à ce moment éclairé par un seul carreau ouvert au nord, les Nauplius, au lieu de se diriger *tous* vers la lumière, se divisèrent presque aussitôt en deux groupes : l'un

en haut sur le côté éclairé de la cuvette (*héliotropisme positif,* G. et L.); l'autre, au fond, diamétralement opposé (*héliotropisme négatif*).

» Un échange de sujets d'un groupe à l'autre avait lieu constamment; mais les animaux ne voyageaient point en ligne droite, et je n'ai nullement constaté que, dans chacun des groupes + et —, les sujets fussent orientés dans la direction des rayons lumineux.

» Autre divergence importante : en laissant la cuvette dans l'obscurité pendant toute la nuit, on devait, d'après G. et L., trouver au matin *tous* les sujets, *sans exception,* +; il n'en est rien.

» L'obscurité que l'on obtient dans notre cabinet photographique est telle que les plaques extrasensibles de Lumière peuvent, sans inconvénient, y rester à découvert aussi longtemps qu'on le désire.

» J'ai laissé dans cette obscurité les Nauplius pendant des périodes de temps variant de quinze à quarante et une heures. Invariablement, aussitôt que l'on donnait de la lumière, même par un jour terne et gris, les Nauplius dispersés dans toute la cuvette commençaient à se répartir en deux groupes : l'un +, l'autre —; et huit à dix minutes après, un petit nombre seulement demeuraient épars dans la cuvette. L'importance relative des groupes est variable : le — est ordinairement plus fort; il est même arrivé qu'il fut, dès ce moment, deux ou trois fois plus nombreux que le +.

» En enlevant tous les sujets +, on reconnaît que des Nauplius, — dès le début de l'éclairage, deviennent + au cours de la journée. En enlevant, toutes les trente minutes, les sujets devenus +, de manière qu'ils ne pussent, au bout d'un certain temps, revenir renforcer le groupe des —, j'ai constaté, et cela par un temps clair, que le groupe originairement — diminua toute la journée, perdant toujours des sujets; mais qu'au bout de neuf heures d'éclairage, un groupe au moins aussi important que celui qui s'était montré + dès le début était constamment demeuré —. Des + transportés dans une autre cuvette, une bonne moitié redevint —; le reste demeura +. Je réunis alors tous les actuellement + dans une même cuvette, que je marquai A, et les — dans une autre, marquée B. Après quinze heures d'obscurité, la division en deux groupes se manifesta, dans chacune des deux cuvettes, dès le début de l'éclairage. J'isolai les + de A dans une cuvette marquée A +. D'heure en heure, je recueillis les sujets devenus — dans cette cuvette, et les mis dans une autre marquée A + —. Les sujets redevenus + dans celle-ci furent à leur tour isolés, et ainsi de suite; et j'agis de même pour les — de A et les + et les — de B. A la fin

de la journée j'avais les séries : 1° A +, A + −, A + − +, A + − + −, A + − + − +; 2° A −, A − +, A − + −, A − + − +; 3° B +, B + −, B + − +, B + − + −; 4° B −, B − +, B − + −, B − + − +. Dans toutes les cuvettes, à 5^h du soir, après neuf heures quinze minutes d'éclairage, se trouvaient quelques −; mais ils n'étaient en majorité que dans B + −, B − et B − + −. Dans toutes les autres, les + étaient en majorité; et d'ensemble ils étaient en très grande majorité.

» G. et L. ont bien signalé le fait que des sujets + quittent le côté éclairé sans être devenus absolument − ; car, au bout de quelques instants passés au côté obscur, ils retournent vers la lumière et ne deviennent quelquefois définitivement − qu'après plusieurs excursions de ce genre. Mais le temps qui s'écoulait entre le transfert d'une cuvette à l'autre dans la série ci-dessus d'observations me mettait, du moins pour l'immense majorité des sujets, à l'abri de cette cause d'erreur.

» Les Nauplius de cette ponte furent six jours à l'étude, puis périrent par accident. Je repris mes observations, le 28 avril, sur une nouvelle ponte, obtenue dans les mêmes conditions que l'autre, mais plus nombreuse encore; et les résultats se montrèrent tout à fait semblables. Si donc il est incontestable que la lumière exerce une action sur les Nauplius de *Balanus perforatus*, il n'est du moins pas toujours exact que, ainsi que le soutiennent G. et L., *tous* les Nauplius soient + en sortant de l'obscurité, et qu'au bout d'un certain temps d'éclairement, variable suivant les sujets et l'intensité de la lumière, ils deviennent *tous* − jusque après une nouvelle période d'obscurité. La loi qui régit leurs mouvements, et que l'on arrivera peut-être à reconnaître, est certainement plus compliquée que ne l'indiquent les observateurs de Naples. Quant aux Nauplius de *Lepas pectinata*, sur lesquels G. et L. disent avoir constaté les mêmes variations d'héliotropisme, ils se sont montrés à peu près indifférents à l'action de la lumière sur la seule ponte que j'aie pu observer, ponte fort nombreuse survenue à la Station, le 10 avril, dans les mêmes conditions que celle des Nauplius de Balanes.

» En l'état actuel, les excursions verticales des Nauplius me paraissent difficilement attribuables à la seule influence de la lumière, vu les changements si fréquents et si irréguliers du sens de l'héliotropisme que nous ont montrés les Nauplius de *B. perforatus* et l'indifférence de ceux de *L. pectinata*. Et si l'explication devient à bon droit suspecte pour les Nauplius, il serait, je pense, téméraire de vouloir l'appliquer à l'ensemble des

pélagiques. Peut-être faut-il, comme le pensait le professeur Chun, attribuer une influence prépondérante à l'action de la chaleur. »

CHIMIE VÉGÉTALE.— *Recherches sur la composition immédiate des tissus végétaux.* Note de M. G. **Bertrand**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Les recherches que j'ai entreprises sur la composition immédiate des tissus lignifiés chez les végétaux m'ont donné quelques résultats qui contribueront, je l'espère, à éclairer cette question encore mal connue, malgré les nombreux travaux dont elle a été l'objet.

» Je me suis adressé d'abord au chaume des Graminées parvenues au terme de leur végétation, afin d'éviter la présence gênante d'un protoplasme abondant. J'obtiens en même temps un sujet d'étude riche en matières incrustantes variées, et chez qui la prédominance des tissus lignifiés sur les tissus dits *cellulosiques* est telle, qu'on peut négliger l'influence des derniers.

» De la paille d'avoine finement divisée est épuisée successivement par l'eau tiède et l'alcool bouillant, puis mise à macérer pendant quarante-huit heures avec 10 fois son poids de lessive de soude, à 2 pour 100, NaOH.

» On opère à l'abri de l'air et en agitant fréquemment. La liqueur alcaline, jaune intense, filtrée à travers une toile, est additionnée de son volume d'alcool à 90°. Le précipité abondant, qui se forme aussitôt, est essoré, lavé à l'alcool contenant un peu d'acide acétique, puis à l'alcool pur. Il se présente sous forme de flocons presque blancs, et n'est autre chose que la gomme découverte par MM. Poumarède et Figuier [1] et que MM. Allen et Tollens désignent sous le nom de *xylane* [2]. Cette gomme a pour caractère de se transformer en un sucre particulier, le xylose, quand on la chauffe avec un acide étendu.

» La solution alcaline d'où la xylane a été séparée contient une autre substance qui lui donne sa coloration. Pour l'extraire, on sature la liqueur par l'acide sulfurique, puis on évapore presque à sec, dans le vide, à une

---

(1) *Comptes rendus*, t. XXIII, p. 918.

(2) *Annalen der Chemie*, t. CCLX, p. 289. Voir aussi le travail de M. Hébert, *Comptes rendus*, t. CX, p. 969, et *Annales agronomiques*, t. XVI, p. 358, t. XVIII, p. 261.

douce chaleur; le résidu, traité par l'eau pour enlever le sulfate de sodium, est repris par l'alcool à 80 centièmes. On filtre pour éliminer les matières insolubles, et la liqueur alcoolique est versée dans un excès d'eau. Il se dépose une poudre jaune, qu'on purifie par deux ou trois dissolutions et précipitations successives. Finalement, on la dessèche sur des plaques poreuses à la température ordinaire. Je donnerai plus tard les propriétés de cette substance à laquelle je propose d'appliquer le nom de *lignine*.

» Quand on a épuisé la paille par la lessive de soude froide, ce qui demande plusieurs macérations prolongées, on reconnaît que le résidu est formé par un mélange de *cellulose* et d'une substance qui correspond par tous ses caractères à la *vasculose* de MM. Fremy et Urbain ([1]).

» Les résultats obtenus par ce procédé de séparation, dont la mise en pratique est très simple, quoique un peu longue, peuvent être contrôlés par une méthode basée sur l'emploi de la liqueur cupro-ammoniacale de Schweitzer.

» La paille, mise en contact avec ce réactif, se désagrège assez facilement, pourvu qu'elle soit bien divisée. Après quelques jours de macération, on filtre sur du coton de verre qui retient la *vasculose* insoluble. En saturant la liqueur par l'acide chlorhydrique pour précipiter la *cellulose* et la *lignine*, il reste une solution acide d'où la *xylane* se sépare par addition d'alcool. Quant au mélange de cellulose et de lignine, il est repris par l'eau ammoniacale : la lignine entre seule en dissolution, on la précipite par un acide.

» Ces faits établissent de la façon la plus nette que les tissus de la paille d'avoine sont formés par quatre substances principales : la cellulose, la vasculose, la lignine et la xylane.

» Mais cette conclusion est plus générale, elle s'applique encore aux tissus lignifiés d'un grand nombre de plantes, voisines ou éloignées de l'avoine. J'ai soumis aux traitements indiqués dans la première partie de cette Note les divers organes, tiges, feuilles ou fruits, de végétaux variés, et j'ai toujours obtenu les mêmes résultats.

» Les quantités mises en expérience variaient de 100^{gr} à 1000^{gr}. Dans tous les cas, la gomme a été identifiée par sa transformation en xylose, ce sucre étant reconnu à sa forme cristalline, la coloration violette qu'il communique à la solution tiède d'orcine dans l'acide chlorhydrique ([2])

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 108.

([2]) *Bulletin Soc. chim.*, t. VI, p. 259.

et la formation du xylonobromure de cadmium ([1]). La lignine était suffisamment caractérisée par son mode de préparation et la propriété d'être précipitée de ses solutions alcalines par l'anhydride carbonique.

» Voici la liste des échantillons analysés; elle comprend des types assez distincts pour faire admettre la généralité des faits que j'ai établis, tout au moins pour les plantes angiospermes.

Riz (*Oriza sativa*). Plante entière	Graminées.
Alfa (*Stipa tenacissima*). Feuilles	»
Avoine (*Avena sativa*). Tige	»
Seigle (*Secale cereale*). Tige	»
Froment (*Triticum sativum*). Tige	»
Orge (*Hordeum vulgare*). Tige	»
Souchet (*Cyperus glomeratus*). Tige	Cypéracées.
Charme (*Carpinus betula*). Bois de la tige	Cupulifères.
Chêne (*Quercus sessiliflora*). Bois de la tige	»
Noyer (*Juglans regia*). Coque du fruit	Juglandées.
Vigne (*Vitis vinifera*). Bois de la tige	Ampélidées.
Arbre de Judée (*Cercis siliquastrum*). Bois	Légumineuses.
Poirier (*Pirus communis*). Bois de la tige	Rosacées.
Frêne (*Fraxinus excelsior*). Bois de la tige	Oléacées.
Tanghin (*Tanghinia venenifera*). Bois de la tige	Apocynées ([2]).

PHYSIOLOGIE. — *De l'action de quelques sels métalliques sur la fermentation lactique.* Note de M. **Ch. Richet**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai étudié l'influence de divers sels métalliques sur la fermentation lactique; j'ai pu établir les faits suivants que je me contente d'énoncer ([3]).

([1]) *Bulletin Soc. chim.*, t. V, p. 554.

([2]) Laboratoire de Chimie appliquée aux corps organiques, au Museum.

([3]) La liqueur à fermenter était du lait dont la caséine avait été précipitée par l'acide acétique à chaud. Le liquide filtré était ensuite neutralisé par du bicarbonate de potasse, puis additionné de son volume, tantôt d'eau distillée pour les liquides témoins, tantôt d'eau ayant dissous des sels métalliques en proportion déterminée. Je mettais les divers liquides ainsi composés dans des ballons Pasteur à la dose de 50^{cc}, parfois de 100^{cc} et même de 500^{cc}. Après stérilisation ils étaient ensemencés avec le même ferment lactique pur, puis mis à l'étuve à 40°. Au bout d'un temps déterminé je faisais le dosage de l'acide lactique libre avec une solution alcaline titrée, et la phénolphtaléine comme indicateur.

Il est évident que l'acide lactique formé exerce aussi une influence antiseptique,

» I. Certains sels métalliques, même à très faible dose, ralentissent le développement du ferment; par exemple, le sulfate de cuivre et le bichlorure de mercure à la dose de 1^{mgr} par litre.

» II. Il y a une autre dose, empêchante, qui est tout à fait différente de la dose ralentissante. Ces deux doses, dose ralentissante et dose empêchante, sont dans un rapport variable pour chaque substance métallique. Soit 100 la dose empêchante; la dose ralentissante est de 1 pour le bichlorure de mercure, 10 pour le sulfate de zinc et 15 pour le chlorure de magnésium.

» III. A dose plus faible que la dose ralentissante, les métaux exercent tous (même les plus toxiques) une action accélératrice. Ainsi le sulfate de cuivre et le bichlorure de mercure sont accélérateurs à la dose de $0^{gr},0005$ par litre; le perchlorure d'or et le perchlorure de platine à la dose de $0^{gr},005$; le chlorure ferrique à la dose de $0^{gr},5$, et le chlorure de magnésium à la dose de 20^{gr}.

» Il faut donc pour chaque poison distinguer :

» 1° Une dose *indifférente*, beaucoup plus faible que celle qu'on admet en général, et qui, pour les sels de mercure et de cuivre, est inférieure à $0^{gr},00025$ par litre;

» 2° Une dose *accélératrice;*

» 3° Une dose *ralentissante;*

» 4° Une dose *empêchante.*

» IV. L'effet toxique du poison porte moins sur l'activité chimique propre du ferment que sur sa pullulation. Si l'on ensemence les ballons stérilisés avec une grande quantité de germes, on trouve une dose ralentissante beaucoup plus forte que si l'ensemencement a eu lieu avec une trace de semence. Finalement, au bout de quinze jours environ, les diverses liqueurs ont toutes acquis à peu près la même acidité; l'action du poison porte donc sur la durée de l'action chimique, et non sur le terme final, au moins dans une limite assez étendue.

» V. Par suite, soit de la formation d'ammoniaque ou de bases organiques, soit de la combustion de l'acide lactique formé, l'acidité du petit-lait fermenté va en diminuant légèrement à partir du troisième et du

---

par son acidité même, et que dans ces conditions la fermentation tend à une limite qu'elle ne dépasse pas. Mais cela n'empêche pas la comparaison entre les liquides témoins et les liquides additionnés de sels métalliques.

quatrième jour, sauf, bien entendu, dans les solutions toxiques où le développement est parfois très retardé.

» VI. Il y a une loi *biologique* qui semble se surajouter à la loi *chimique* de toxicité des métaux. Ainsi, certains métaux, qui sont chimiquement très semblables, sont de toxicité très différente, suivant qu'ils sont rares ou communs. Les métaux rares, auxquels le ferment n'est pas accoutumé, paraissent plus toxiques que les métaux communs.

» L'exemple le plus frappant qu'on puisse donner est celui du zinc et du cadmium, qui chimiquement sont si proches l'un de l'autre.

» Le sulfate de zinc, à la dose de 1^{gr}, n'empêche pas le développement que le sulfate de cadmium arrête définitivement à la dose de $0^{gr},15$. Il faut $0^{gr},5$ de sulfate de zinc pour obtenir le même ralentissement que donne $0^{gr},0075$ de sulfate de cadmium. La molécule d'un sel de zinc est donc cent fois moins toxique que la molécule d'un sel de cadmium.

» De même, la molécule d'un sel ferrique ou d'un sel manganique est cent fois moins toxique que la molécule d'un sel de cobalt ou de nickel.

» VII. On peut classer d'une manière très élémentaire les poisons métalliques, qui agissent sur la fermentation lactique, en trois groupes, selon que leur toxicité est appréciable :

» α. Par dixièmes de molécule (en dissolution dans un litre) : sodium, potassium, lithium, magnésium, calcium, strontium, baryum.

» β. Par millièmes de molécule : fer, manganèse, plomb, zinc, uranium, aluminium.

» γ. Par cent-millièmes de molécule : cuivre, mercure, or, platine, cadmium, cobalt, nickel. »

PHYSIQUE. — *Sur l'échange respiratoire*. Note de MM. **Chr. Bohr** et **V. Henriquez**.

« Comme on le sait, le sang veineux contient plus d'acide carbonique et moins d'oxygène que le sang artériel. On en a conclu que la combustion animale s'effectue entièrement dans les tissus du corps, et que le rôle des poumons se réduit à dégager et à absorber les produits gazeux. Toutefois, il est aisé de voir que cette conclusion n'est pas péremptoire, car les faits qu'on a en main rendent également possible que ce ne soit qu'*une partie* de l'oxygène qui soit employée dans les tissus du corps, et que seulement

une partie de l'acide carbonique s'y forme, le reste se produisant dans les poumons. C'est cette dernière possibilité que justifient les expériences ci-dessous décrites, en sorte que l'échange respiratoire, qui a lieu dans les poumons mêmes, constitue, dans nos expériences, jusqu'à 68 pour 100 de l'échange entier.

» Dans un chien, on coupe la moelle allongée et l'on établit la respiration artificielle de façon à pouvoir également mesurer la respiration. Puis, on fait l'obturation de l'aorte thoracique, en l'étreignant dans une pince à vis en dessus du point de départ des artères intercostales, et, à l'exception de l'une des carotides, on lie toutes les artères qui partent de l'arc de l'aorte, opérations praticables sans ouvrir la cavité thoracique. Le sang, qui part du cœur gauche, ne peut donc couler que par la carotide, ce dont il faut s'assurer par autopsie chaque fois qu'un animal est mort. Quittant la carotide, le sang, pour que sa quantité soit mesurée, est conduit à travers l'appareil de Ludwig, dans la partie centrale de l'artère fémorale coupée, et pénètre ainsi dans l'aorte *en dessous* de l'obturateur. Le sang traverse donc, comme d'ordinaire, tous les organes, mais plus lentement qu'à l'état normal. De cette manière, on mesure la quantité de sang qui, dans un certain temps, en général cinq minutes à peu près, circule dans les poumons. Simultanément, on puise des échantillons de sang à l'artère carotide, ainsi qu'au ventricule droit du cœur : on se sert, à cet effet, d'un tube élastique introduit par la veine jugulaire. Ces échantillons sont recueillis dans des récipients gradués; on les prend régulièrement, de proche en proche, durant toute l'expérience. On obtient ainsi des échantillons moyens du sang qui arrive au poumon et de celui qui en sort, et, aussitôt que l'expérience est terminée, on les évacue simultanément chacun avec une pompe séparée, et l'on analyse les produits gazeux. D'une part, la différence de teneur en acide carbonique et en oxygène, entre le sang artériel et le sang veineux et, d'autre part, la quantité de sang qui a circulé dans le poumon, servent à calculer la proportion des produits respiratoires due au sang. A l'instant précis où l'on prenait les échantillons de sang, on a également déterminé le total de l'échange respiratoire du poumon, et l'on constate alors que l'acide carbonique dégagé par le sang et l'oxygène absorbé par le sang sont loin de suffire à représenter l'échange entier de la respiration : le reste doit résulter de l'activité du poumon même.

» *Exemple*. — Chien, 16^{kg}. En huit minutes, les poumons ont été traversés par $38^{cc},73$ de sang. Différence entre 100^{cc} de sang artériel et de

sang veineux

$$CO^2 = 7^{cc},47 \qquad \text{et} \qquad O = 8^{cc},50.$$

On a donc, pour la part du sang dans la respiration pulmonaire,

$$CO^2 = 289, \qquad O = 329,$$

le total de la respiration pulmonaire durant ce même temps ayant été

$$CO^2 = 538, \qquad O = 732.$$

» La différence

$$CO^2 = 249, \qquad O = 403$$

est la quotité de l'échange respiratoire qui a lieu dans le poumon même (55 pour 100 de l'oxygène).

» Nous avons, à plusieurs reprises, réitéré des expériences de ce genre, et elles nous ont fait trouver que la proportion de l'échange respiratoire qui peut être attribuée au poumon même varie entre 18 et 68 pour 100 de l'échange total; qu'en outre la formation d'acide carbonique et l'absorption d'oxygène, qui ont lieu dans le poumon, sont dues à des substances provenant des tissus du corps et que le simple contact avec l'oxygène ne suffit pas à transformer ces substances, d'ailleurs inconnues; la circulation dans les poumons est nécessaire à cette transformation.

» L'activité des éléments du tissu pulmonaire ne se limite donc pas à dégager et à absorber des gaz : ils sont également à même de former de l'acide carbonique à l'aide de substances provenant des autres tissus, et le poumon joue de la sorte le rôle de facteur fondamental dans la régularisation de l'échange respiratoire.

» Nous ne citerons ici qu'un exemple de cette régularisation :

» Si, dans un chien, on fait l'obturation de l'aorte thoracique de manière que la circulation des organes abdominaux et de la partie postérieure s'effectue uniquement par les ramifications collatérales des vaisseaux du cou, on trouve que l'obturation n'entraîne point un affaiblissement de l'échange respiratoire aussi considérable que le faisait présumer la portée de cette restriction, et que même il peut y avoir surcroît.

» *Exemple*. — Chien 6^{kg}. Avant l'obturation de l'aorte, dégagement de $CO^2 = 292$; absorption d'$O = 408^{cc}$ par kilogramme en une heure. Après l'obturation de l'aorte et la ligature des artères partant de l'arc (de l'aorte) à l'exception de l'artère cervicale prof. et de l'artère vertébrale sin. :

» Dégagement de $CO^2 = 361$; absorption d'$O = 489$ par kilogramme en une heure.

» Une heure et demie plus tard : dégagement de $CO^2 = 249$; absorption d'O = 345^{cc} par kilogramme en une heure.

» L'extrême lenteur avec laquelle le sang traverse, en pareilles circonstances, la masse principale des tissus du corps, n'empêche point ces derniers de fournir un contingent suffisant pour que les poumons, redoublant d'activité, puissent maintenir et même dépasser le niveau primitif de l'échange respiratoire. Cet échange respiratoire ne commence à subir une baisse notable que quand la circulation *entière* à travers les tissus est arrêtée par l'obturation de l'aorte thoracique, conjointement avec la ligature de toutes les artères émanant de l'arc de l'aorte, à l'exception de l'une des carotides, qui, à l'aide d'un tube de verre recourbé, est mise en communication avec la veine jugulaire, en même temps qu'on ajoute à cela l'obturation de la veine cave inférieure, ce qui empêche la contraction des organes abdominaux de faire pénétrer le sang de ces organes dans le cœur droit. »

PHYSIOLOGIE. — *Origines et centres trophiques des nerfs vaso-dilatateurs.* Note de M. **J.-P. Morat**, présentée par M. Chauveau.

« La question des origines des nerfs vaso-dilatateurs a été posée déjà plusieurs fois en Physiologie et résolue de façons différentes : il y a lieu d'examiner attentivement chaque cas particulier, la question étant peut-être susceptible de plusieurs solutions.

» On a trouvé des éléments vaso-dilatateurs (nerfs centrifuges inhibiteurs des muscles vasculaires) dans les racines antérieures des deuxième, troisième, quatrième et cinquième paires dorsales (Dastre et Morat). Là sont les vaso-dilatateurs qui vont à la région bucco-faciale par la voie du sympathique; les racines postérieures correspondantes n'en contiennent pas.

» J'ai montré depuis que les *nervi erigentes*, véritables nerfs dilatateurs, sortent de la moelle en suivant les première, deuxième et troisième racines antérieures de la région sacrée, également à l'exclusion des racines postérieures correspondantes.

» Antérieurement à ces recherches, Stricker avait affirmé l'existence dans les racines postérieures du plexus sacré de dilatateurs pour le membre inférieur. Cette donnée fut contestée; son auteur la maintint et elle fut de nouveau affirmée par Gärtner.

» J'ai refait en grand détail toutes les expériences décrites par ces au-

teurs en suivant d'abord exactement leur méthode. Ils évaluent les modifications de la circulation locale dans une région par les changements parallèles de la température de cette région estimés au moyen du thermomètre : c'est la méthode dite *thermométrique;* elle est très défectueuse et, tant que je l'ai employée, je n'ai pu faire ma conviction sur le point en litige. Pour affirmer avec certitude l'existence d'un changement de calibre dans les vaisseaux il faut avoir recours à des procédés plus directs, tels que l'inscription *manométrique* de la pression dans ces vaisseaux, ou mieux l'inspection *de visu* de l'artère, si elle est superficielle, ou enfin l'appréciation des changements de coloration de cette région suivant la quantité de sang qui traverse son système capillaire (méthode *coloriscopique*). Par ce dernier procédé on apprécie très bien les variations de la circulation locale dans les régions glabres dépourvues de pigment; les pulpes des régions palmaire et digitales du membre inférieur chez les animaux se prêtent bien à cet examen à la condition de les avoir soigneusement détergées.

» Dans ces conditions, j'ai toujours vu l'excitation centrifuge de la plus grosse des racines postérieures, lombaires, et généralement de celle qui la précède et de celle qui la suit (j'entends l'excitation du bout périphérique de la racine coupée), produire la vaso-dilatation des régions susindiquées, et cela sans être obligé d'avoir recours aux conditions particulières réclamées comme nécessaires, soit du côté du sujet (refroidissement préalable de l'animal), soit du côté de l'excitant (courant de pile, à l'exclusion du courant induit); autrement dit, cette excitation a produit la vasodilatation directe et primitive des vaisseaux de la pulpe dans les conditions ordinaires, banales, de préparation du sujet, de nature, de rythme et d'intensité de l'excitant, applicables à tout nerf vaso-moteur. Le fait a été vérifié chez le chien et chez le chat.

» De tels nerfs rentrent évidemment dans la définition qui a été donnée des nerfs vaso-dilatateurs. Il y a donc dans les racines postérieures de la moelle épinière, à côté des éléments centripètes dont on pouvait les croire exclusivement formées, une petite proportion d'éléments centrifuges dont l'activité correspond à une dilatation des vaisseaux. D'autre part, les dilatateurs des vaisseaux sont, dans leur ensemble, partagés d'après une proportion qui reste à déterminer entre les racines antérieures et les racines postérieures; ce qui modifie un peu la conception tout à fait simple qu'on se faisait de ces parties.

» L'expérience suivante fournit encore une donnée nouvelle au sujet de ces nerfs particuliers. Sur un chien anesthésié, on découvre, par une

opération aseptique, une petite étendue de la moelle lombo-sacrée : on coupe immédiatement, en dehors de la dure-mère, les trois racines postérieures indiquées plus haut comme vaso-dilatatrices, et l'on referme la plaie.

» Après huit, dix ou quinze jours, c'est-à-dire après un délai suffisant pour assurer la dégénération des nerfs séparés de leurs centres, on découvre à nouveau ces racines, on excite leur bout périphérique, et la vaso-dilatation des régions palmaire et digitales se produit comme avant.

» Ainsi ces nerfs que nous avons coupés et séparés des centres médullaires ont gardé leur excitabilité. En d'autres termes, nous pouvons dire : *le centre trophique de ces nerfs dilatateurs est dans le ganglion de la racine postérieure*. On sait déjà que ce ganglion joue le rôle de centre trophique à l'égard des éléments sensitifs de la racine postérieure (c'est une des lois de Waller); mais il était difficile de supposer, *a priori*, qu'une fonction du même ordre lui était dévolue à l'égard d'éléments centrifuges. Ce rapprochement des vaso-dilatateurs et des nerfs sensitifs au point de vue particulier de ce que nous appellerons *leur trophicité* est une donnée absolument inattendue.

» Ainsi les nerfs inhibiteurs des vaisseaux quittent la moelle, les uns par la voie des racines antérieures, les autres par la voie des racines postérieures : les exemples que l'on peut citer des uns et des autres sont encore assez peu nombreux pour qu'on puisse établir aucune systématisation sur leur partage et leur distribution possible. Ceux qui sont contenus dans la racine postérieure ont leur centre trophique dans le ganglion de cette racine absolument comme les nerfs sensitifs eux-mêmes. Où sont les centres trophiques des autres, de ceux qui sont contenus dans la racine antérieure ? Les expériences que j'ai faites à ce sujet me portent à croire qu'ils sont dans la moelle. Les expériences ont consisté en ceci : j'ai coupé tantôt le cordon cervical du sympathique, tantôt les deux branches de l'anse de Vieusens, tantôt les rameaux communicants qui convergent vers le ganglion étoilé et qui constituent les origines du sympathique cervical. Dans tous les cas, après le délai nécessaire, lorsque j'interrogeais l'excitabilité de ce cordon nerveux au point de vue spécial de sa fonction vaso-dilatatrice, cette excitabilité avait disparu. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur les exigences de la Vigne.*
Note de M. **A. Muntz**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Les conditions de l'exploitation de la Vigne ont été considérablement modifiées par les nombreuses maladies auxquelles cette plante est exposée.

Avant l'apparition de ces maladies, sa culture prospérait dans les terres pauvres et ingrates; les frais d'exploitation étaient peu élevés, et, même là où l'on n'obtenait que de faibles rendements, les résultats étaient encore rémunérateurs. Aujourd'hui, la Vigne ne résiste que dans des sols riches et profonds, elle exige des traitements répétés et, s'il s'agit de reconstitutions, une avance de capitaux considérable. Les frais divers qui sont imposés au viticulteur sont donc beaucoup plus élevés qu'ils ne l'étaient autrefois et l'obligent à augmenter ses rendements pour couvrir ses sacrifices. Il a donc besoin de recourir aux méthodes de la culture intensive, ou tout au moins d'appliquer, suivant les règles de la restitution, les fumures nécessaires pour obtenir des récoltes plus abondantes. La qualité du vin pourra se ressentir quelque peu de ces nouvelles pratiques; mais le viticulteur, après les pertes qu'il a subies et avec les sacrifices qu'il fait chaque année, doit avoir en vue le résultat économique de son exploitation. Ce n'est que dans des circonstances exceptionnelles qu'il est de son intérêt de rechercher, avant tout, la supériorité de ses produits aux dépens de la quantité.

» La fumure de la Vigne étant donc devenue une nécessité, il convient de l'appliquer d'après les connaissances positives que nous possédons sur l'alimentation des plantes. Les exigences de la Vigne, dans les nouvelles conditions dans lesquelles elle doit vivre désormais, c'est-à-dire la quantité des éléments fertilisants qu'elle absorbe pour son développement normal et pour la production de la récolte, doivent servir de base à l'application raisonnée des engrais. Cette base fait aujourd'hui défaut ([1]), et les formules d'engrais conseillées aux viticulteurs ne s'appuient pas sur une connaissance précise des besoins de la plante.

» J'ai cherché à combler cette lacune.

» Mais les conditions de développement et de production variant suivant les régions, une généralisation des résultats n'est point possible. Les plaines de l'Aude et de l'Hérault, avec leurs rendements énormes en vins communs, doivent avoir d'autres exigences que le vignoble champenois, dont la production peu abondante est compensée par une qualité exceptionnelle, que le Médoc, où d'autres conditions de climat et de culture produisent des quantités moindres de vins renommés.

» Le travail actuel se rapporte à la région du sud-ouest, comprenant plusieurs départements où la vigne occupe une place importante, surtout

---

([1]) Boussingault, M. H. Marès, M. Pénaud et d'autres expérimentateurs ont, cependant, fourni des indications utiles.

ceux de la Gironde, de la Dordogne, de Lot-et-Garonne, du Lot, du Gers, avec des sols peu différents, un même climat, de faibles variations dans le mode de culture et le rendement.

» Le vignoble des Vergnes, sur lequel j'ai opéré, est situé dans la Gironde aux confins des départements de la Dordogne et de Lot-et-Garonne; il comprend 70^{ha} de vignes françaises en pleine production; il est traité depuis plus de dix ans par le sulfocarbonate de potassium, suivant les conseils de J.-B. Dumas, et reçoit d'ailleurs des soins culturaux qui ne laissent pas à désirer. L'année 1891 a été satisfaisante au point de vue de la végétation et du rendement et peut être regardée comme une année de bonne production normale.

» J'ai opéré sur une surface homogène de $37^{ha},35$ complantée des cépages rouges les plus usités dans le pays : Cabernet, Merlot, Fer, Périgord, etc.

» Les résultats de la vendange ont été les suivants :

Vin d'écoulage et de presse................	1658^{hlit}
Marcs de presse..........................	27964^{kg}
Marcs formant le chapeau..................	4205^{kg}
Rafles enlevées par un égrappage partiel....	2055^{kg}

» L'analyse nous a permis de calculer l'ensemble des éléments fertilisants que la vigne a absorbés, dans le cours de sa végétation annuelle, pour la production de son bois, de ses feuilles et de ses fruits.

Quantités de matières fertilisantes absorbées par hectare (1891).

	Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.	Chaux.	Magnésie.
	kg	kg	kg	kg	kg
Dans $44^{hl},39$ de vin........................	0,457	0,639	6,099	0,679	0,042
» 243^{kg} de marcs de pressoir, secs.......	4,374	1,677	2,649	1,944	0,292
» 24^{kg} de marcs de chapeau, secs.......	0,432	0,151	0,305	0,218	0,038
» $12^{kg},67$ de rafles de dégrappage, sèches.	0,244	0,068	0,351	0,122	0,029
» 1566^{kg} de feuilles sèches...............	32,268	7,206	13,000	80,670	17,074
» 1755^{kg} de sarments, secs...............	10,524	3,686	14,918	20,006	4,562
Totaux......................	48,299	13,427	37,322	103,639	22,037

» La quantité d'azote contenue dans l'ensemble de la production végétale d'un hectare du vignoble envisagé correspond à 300^{kg} de nitrate de soude; celle de l'acide phosphorique à 100^{kg} de superphosphate et celle de la potasse à 75^{kg} ou 80^{kg} de sulfate de potasse ou de chlorure de potassium.

Une fumure annuelle de 10 000^{kg} de fumier de ferme fournirait également à toutes les exigences de cette culture.

» Voilà quelle serait la restitution à opérer, si toute la matière végétale produite était exportée du domaine; mais il faut se rappeler : qu'une partie des feuilles restent sur le sol et lui rendent ce qu'elles en avaient tiré, que les marcs vont au fumier, ainsi qu'une partie des cendres de sarments; en réalité, le domaine ne s'appauvrit pas de toute la quantité des éléments utiles que la vigne avait absorbés pour sa végétation annuelle et la production de ses fruits. Quant au vin lui-même, qui représente le seul produit entièrement et définitivement enlevé du domaine, on voit qu'il n'emporte avec lui que de très faibles quantités d'azote, d'acide phosphorique et même de potasse. C'est dans les feuilles surtout que se concentrent les matières fertilisantes : donner des fumures à la vigne, c'est, en réalité, alimenter le système foliacé qui est chargé de l'élaboration des grandes quantités de sucre que contient le raisin, et de celle de tous les produits constituant les divers organes de la plante.

» La proportion d'azote que la vigne a absorbé pour arriver à atteindre son développement et donner sa récolte est assez élevée; on aurait donc tort de négliger cet élément dans la fumure des vignobles. Par contre, la proportion de potasse, qu'on a une tendance à exagérer dans les formules d'engrais, s'est montrée moins élevée dans la plante que ne le faisaient penser les idées qui ont cours.

» Ces conclusions s'appliquent exclusivement à la région du sud-ouest. Des études analogues, pour les autres grands centres viticoles, sont nécessaires pour rechercher avec quelles exigences s'accomplit la végétation de la vigne et la production du vin dans les diverses conditions de milieu et de culture. »

TOPOGRAPHIE. — *Sur la topographie de quelques lacs du Jura, du Bugey et de l'Isère.* Note de M. **A. Delebecque**, présentée par M. Daubrée.

« Pendant les mois de mars, avril et mai, j'ai continué l'étude topographique des lacs français, avec le concours de MM. Étienne Ritter, E. Garcin et J. Magnin.

» J'ai sondé, avec l'excellent appareil de M. Belloc (¹), les lacs de Laf-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 204.

frey et voisins (feuille Vizille de la Carte d'État-major), ceux des environs de Belley (feuille Chambéry), enfin tous ceux représentés sur les feuilles Lons-le-Saulnier et Saint-Claude.

» Voici les profondeurs des plus importants d'entre eux :

Grand lac de Laffrey (Isère)	39^{m}
Lac de Narlay (feuille Lons-le-Saulnier)	39
Lac de Chalain (feuille Lons-le-Saulnier)	34
Lac de la Motte (feuille Lons-le-Saulnier)	30
Lac du Grand Maclu (feuille Lons-le-Saulnier)	26
Lac Dessus de Chambly (feuille Lons-le-Saulnier)	24,50
Lac Mort (feuille Vizille)	24,50
Lac de Bare (feuille Chambéry)	20,50

» En dépit des légendes locales, aucun des autres lacs représentés sur ces feuilles n'a 20^{m} de profondeur, à l'exception peut-être de quelques lacs de haute montagne dans l'Isère, que je n'ai pas encore explorés.

» Le plus grand de tous ces lacs, celui de Chalain, a 232 hectares; il a été formé, au moins en partie, par un barrage d'alluvions anciennes; une barre transversale très aplatie le coupe en deux.

» Les lacs de Narlay, de la Motte et du Grand Maclu sont entièrement dans la roche en place et sur deux lignes de faille. Les émissaires des deux premiers s'écoulent souterrainement par des entonnoirs, après un faible parcours; le troisième lac s'écoule dans le second. Le lac de la Motte a un relief extraordinairement tourmenté; il est formé d'une succession de cuvettes et de barres.

» Voici comment on peut expliquer cette complication. Ainsi que M. Forel, le savant professeur de Lausanne, l'admet pour le lac de Joux [1], la vallée devait être autrefois sans lac, les eaux s'écoulaient par des entonnoirs situés au fond de la cuvette (hypothèse très vraisemblable dans le Jura); le relief du sol a été découpé à l'air libre par les eaux courantes, et, les entonnoirs ayant été obstrués, il y a eu formation d'un lac. Ce lac, n'étant alimenté à présent que par des sources et par les eaux déjà décantées qui sortent du lac du Grand Maclu, ne reçoit que très peu d'alluvion, de sorte que les inégalités primitives de son relief n'ont pu disparaître sous la vase.

» Le lac de Laffrey présente, sur son plafond, un monticule de 5^{m} de

(1) *Archives de Genève*, t. XXVII, p. 251; 1892.

hauteur, dont l'origine est difficile à expliquer. Les autres lacs mentionnés plus haut sont de forme très régulière.

» Les Cartes de ces lacs seront publiées prochainement par les soins du Ministère des Travaux publics, et, jointes à celles que j'ai déjà dressées ([1]), serviront à compléter le nivellement général de la France dans la région du sud-est. »

M. **Alfred Basin** adresse une Note « sur le transport des eaux minérales en baril ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 juin 1892.

Bretonneau et ses correspondants. — Ouvrages comprenant la correspondance de Trousseau et de Velpeau avec Bretonneau, publié par Paul Triaire et précédé d'une introduction de L. Lereboullet, Membre de l'Académie de Médecine. Paris, Félix Alcan, 1892; 2 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. le Bon Larrey).

Fauna silurica de Portugal, por J.-F.-N. Delgado. Lisboa, 1892; 1 fasc. in-4°.

The history of volcanic action in the area of the British isles, by Sir Archibald Geikie. London, 1892; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

The thirty-fourth annual Report of the trade and commerce of Chicago, for the year ending december 31st, 1891, compiled for the Board of Trade. Chicago, 1892; in-8°.

Eighth annual Report of the agricultural experiment station of the University of Wisconsin. Madison, Wisconsin, 1892; in-8°.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXI, p. 1000; t. CXII, pp. 67 et 896; t. CXIV, p. 32.

Nuove osservazioni sulle formazioni ofiolitiche della riviera di Levante in Liguria. Roma, Tipografia nazionale, 1892; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 JUIN 1892.

Cours de machines, par HATON DE LA GOUPILLIÈRE. Tome II, second fascicule : *Chaudières à vapeur*. Paris, Vve Ch. Dunod, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. 2e série, t. XVI, mai 1892. Paris, Gauthier-Villars et fils; broch. in-8°.

Revue analytique de la bactériologie du tétanos, par DELAMOTTE et CHARON. Paris, Asselin et Houzeau, 1892; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Indications bibliographiques pour l'histoire des premières populations et pour la géologie et la paléontologie quaternaires des Pyrénées, par ÉMILE CARTAILHAC. Toulouse, 1892; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées, n° 11, 1892. Paris, Georges Carré; fasc. in-4°.

Association française pour l'avancement des Sciences, 20e session. Marseille, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

The journal of the College of Science imperial University Japan, vol. V, Part I. Tokyo, Japan, 1892; 1 vol. in-4°.

Den norske Nordhavs-Expedition 1876-1878. XXI : *Zoologi, Crinoida, Echinida*, ved D.-C. DANIELSSEN. Christiania, 1892; 1 fasc. gr. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUIN 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie les deux pertes douloureuses qu'elle a faites depuis la séance du 20 juin dans la personne de M. *Ossian Bonnet,* Membre de la Section de Géométrie, décédé le 22 juin, et dans la personne de M. *Mouchez,* Membre de la Section d'Astronomie, décédé le 25 juin.

M. le Président s'exprime en ces termes :

» Messieurs,

» C'est une obligation douloureuse et rare d'avoir à vous annoncer la mort de deux Confrères décédés dans la même semaine. Vendredi dernier, nous assistions aux obsèques d'Ossian Bonnet, mathématicien, qui appartenait aussi au Bureau des Longitudes. Quelques heures plus tard s'éteignait le Directeur de notre Observatoire.

» Ernest-Amédée-Barthélemy Mouchez était l'un de ces braves marins qui promènent à travers les mers la douce influence et le drapeau de la France. Sa mort nous rappelle qu'il a fait pas à pas l'hydrographie de toute la côte brésilienne, et plus tard celle de la Tunisie. Appelé ensuite à continuer les travaux de Le Verrier en gouvernant l'Observatoire de Paris, il a conçu le projet d'une Carte photographique du ciel. Cette vaste entreprise a réuni les suffrages de tous les astronomes : ils y travaillent, un demi-million d'étoiles est déjà enregistré, et nos successeurs du siècle prochain citeront bien des fois le nom de l'amiral Mouchez qui, modeste autant que savant, n'a jamais songé à tirer gloire de sa grande idée. »

La séance est levée en signe de deuil.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *von Helmholtz* pour remplir la place d'Associé étranger laissée vacante par le décès de *dom Pedro d'Alcantara*. Il est donné lecture de ce Décret.

ÉQUILIBRE D'ÉLASTICITÉ. — *Des perturbations locales que produit au-dessous d'elle une forte charge, répartie uniformément le long d'une droite normale aux deux bords, à la surface supérieure d'une poutre rectangulaire et de longueur indéfinie posée de champ soit sur un sol horizontal, soit sur deux appuis transversaux équidistants de la charge;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. M. Carus Wilson, professeur à l'Université de Montréal, a publié dans le *Philosophical Magazine* de décembre 1891 de remarquables expériences optiques, à la lumière polarisée, sur les déformations intérieures que font naître, au-dessous de leur droite d'application, de fortes pressions verticales s'exerçant, tout le long d'un axe des y tiré suivant la largeur, à la surface supérieure horizontale, prise pour plan des xy, d'une petite *poutre* ou tige rectangulaire en verre de longueur indéfinie (suivant les x), supportée inférieurement tantôt par un cadre horizontal, tantôt par deux appuis transversaux, symétriquement placés à droite et à gauche du plan des yz. Ces expériences étaient bien de nature à appeler l'attention des mécaniciens-géomètres et des physiciens sur les perturbations locales produites au voisinage des fortes actions extérieures, dans les

solides élastiques allongés, et sur leur constatation par l'ingénieux procédé de Brewster, qui consiste à apprécier l'inégalité des deux dilatations élastiques principales, dans le plan de la flexion d'un fragment de verre, au moyen de la biréfringence corrélative de sa matière pour les rayons lumineux normaux au même plan.

» M. Flamant vient, en effet, de résoudre théoriquement le problème de ces déformations (*Comptes rendus*, p. 1465, 20 juin 1892), mais dans le cas plus simple d'une poutre indéfinie aussi suivant les z positifs, c'est-à-dire en épaisseur ou hauteur (non moins qu'en longueur), et, de plus, astreinte, par l'application de pressions ou de tractions normales N_y convenables, sur ses deux faces verticales, à n'éprouver dans toute son étendue que des déformations planes parallèles à ces faces, c'est-à-dire au plan des xz. Il y est parvenu en découpant, par la pensée, son prisme, de largeur restreinte suivant les y, dans un solide indéfini en tous sens sous le plan horizontal des xy et soumis, le long de l'axe des y, sur une grande longueur donnée l de chaque côté du plan des zx, à une pression normale uniforme P par unité de longueur; ce qui ramène la question à une autre, résolue depuis 1878 au moyen des potentiels logarithmiques.

» Je me propose ici : 1° d'étendre la solution de M. Flamant au cas où la pression, exercée uniformément sur la longueur $2l$, deviendrait oblique par l'adjonction, à sa composante normale $2Pl$, d'une composante tangentielle $2Fl$, parallèle aux x positifs ; 2° d'indiquer comment les formules plus générales ainsi obtenues permettraient de restituer aux prismes expérimentés par M. Wilson, au lieu d'une hauteur théorique infinie, leur vraie dimension verticale h, du moins quand ils portent sur deux appuis situés à une distance donnée k de part et d'autre du plan des yz, et cela, par l'addition, aux pressions intérieures obtenues pour h infini, de parties correctives qui paraissent malheureusement devoir être bien compliquées; 3° enfin de montrer comment l'hypothèse simple de la variation linéaire de ces parties le long de l'axe des z, imaginée justement par sir Georges Stokes pour tenir quelque compte des vraies valeurs de h et de k, rend aussi possible de ramener empiriquement le cas de prismes libres sur leurs deux faces antérieure et postérieure, seul expérimenté, au cas théorique, seul résolu jusqu'à présent, de déformations planes parallèles à ces faces, c'est-à-dire aux zx.

» II. Dans le solide indéfini s'étendant, sous le plan des xy, depuis $z=0$ jusqu'à $z=\infty$, l'on a, pour exprimer les déplacements élastiques u, v, w en tout point (x, y, z), situé à la distance r du point $(a, b, 0)$ de

la surface $z=0$ où se trouve appliqué soit un élément quelconque $d\mathrm{P}$ de la pression extérieure donnée, normale (ou suivant les z), soit un élément $d\mathrm{F}$ de la traction extérieure également donnée, tangentielle (suivant les x), les formules respectives :

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &(u, v) = -\frac{d}{d(x, y)}\left(z\frac{d\varphi}{dz} + \frac{\mu}{\lambda+\mu}\varphi\right), \qquad w = -z\frac{d^2\varphi}{dz^2} + \frac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\frac{d\varphi}{dz}, \\ &\qquad\qquad \text{avec } \varphi = \frac{1}{4\pi\mu}\int \log(z+r)\,d\mathrm{P}; \end{aligned}\right.$$

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &(u, v) = -\frac{d}{d(x, y)}\left(z\frac{d^2\psi}{dx\,dz} + \frac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\frac{d\psi}{dx}\right) - 2\frac{d^2\psi}{d(y, -x)\,dy}, \qquad w = -z\frac{d^3\psi}{dx\,dz^2} + \frac{\mu}{\lambda+\mu}\frac{d^2}{dz} \\ &\qquad\qquad \text{avec } \psi = \frac{1}{4\pi\mu}\int[-r + z\log(z+r)]\,d\mathrm{F} \ \text{[1]}. \end{aligned}\right.$$

» Or, ici où $a=0$, $d\mathrm{P} = \mathrm{P}\,db$, $d\mathrm{F} = \mathrm{F}\,db$ et où b croît de $-l$ à l, il vient

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &\varphi = \frac{\mathrm{P}}{4\pi\mu}\int_{-l}^{l}\log\left[z + \sqrt{z^2 + x^2 + (b-y)^2}\right]db, \\ &\psi = -\frac{\mathrm{F}}{4\pi\mu}\int_{-l}^{l}\sqrt{z^2 + x^2 + (b-y)^2}\,db + \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{P}}z\varphi. \end{aligned}\right.$$

» Il y a donc à obtenir deux intégrales, de la forme $\int\log(\mathrm{A} + \sqrt{\mathrm{B}^2 + \alpha^2})\,d\alpha$, $\int\sqrt{\mathrm{B}^2 + \alpha^2}\,d\alpha$. Une intégration par parties, où l'on choisit α comme facteur intégré, les ramène aisément à d'autres comprises dans les types classiques; et l'on trouve, ainsi qu'il est facile de le vérifier par la différentiation,

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} &\int\log(\mathrm{A} + \sqrt{\mathrm{B}^2 + \alpha^2})\,d\alpha = -\alpha + \alpha\log(\mathrm{A} + \sqrt{\mathrm{B}^2 + \alpha^2}) + \mathrm{A}\log(\alpha + \sqrt{\mathrm{B}^2 + \alpha^2}) \\ &\qquad\qquad + 2\sqrt{\mathrm{B}^2 - \mathrm{A}^2}\,\mathrm{arc\,tang}\,\frac{\mathrm{A} + \alpha + \sqrt{\mathrm{B}^2 + \alpha^2}}{\sqrt{\mathrm{B}^2 - \mathrm{A}^2}} + \text{const.}, \\ &\int\sqrt{\mathrm{B}^2 + \alpha^2}\,d\alpha = \frac{\alpha}{2}\sqrt{\mathrm{B}^2 + \alpha^2} + \frac{\mathrm{B}^2}{2}\log(\alpha + \sqrt{\mathrm{B}^2 + \alpha^2}) + \text{const.}, \end{aligned}\right.$$

formules dans la première desquelles les deux radicaux $\sqrt{\mathrm{B}^2 - \mathrm{A}^2}$ doivent être pris en valeur absolue, ou, ce qui donnera ci-après le même résultat, tous deux avec signe pareil soit positif, soit négatif. En faisant enfin $\mathrm{A} = z$, $\mathrm{B}^2 = z^2 + x^2$, $\sqrt{\mathrm{B}^2 - \mathrm{A}^2} = x$, $\alpha = b - y$, et appelant, pour abréger, r', r'' les deux distances $\sqrt{z^2 + x^2 + (l \mp y)^2}$ du point (x, y, z) aux deux

---

[1] Voir, par exemple, les pages 77 et 184 de mon volume de 1885, *Sur l'application des potentiels à l'équilibre et au mouvement des solides élastiques*.

extrémités $y = l$, $y = -l$ de la droite d'application des actions données, il vient, pour les valeurs (3) de φ et de ψ,

$$(5)\begin{cases}\varphi = \frac{P}{4\pi\mu}\Big[-2l + (l-y)\log(z+r') + (l+y)\log(z+r'') \\ \quad + z\log\frac{(l-y+r')(l+y+r'')}{z^2+x^2} + 2x\Big(\operatorname{arctg}\frac{z+l-y+r'}{x} - \operatorname{arctg}\frac{z-l-y+r''}{x}\Big)\Big], \\ \psi = -\frac{F}{8\pi\mu}\Big[(l-y)r' + (l+y)r'' + (z^2+x^2)\log\frac{(l-y+r')(l+y+r'')}{z^2+x^2}\Big] + \frac{F}{P}z\varphi,\end{cases}$$

ou, vu qu'on se bornera aux valeurs de x, y, z finies, c'est-à-dire très petites par rapport à l, ce qui permet de réduire $(l-y)r'$, $(l+y)r''$ à $(l\mp y)^2 + \frac{1}{2}(z^2+x^2)$, r', r'' à $l \mp y$, $\log(z+r')$ et $\log(z+r'')$ à $\log l + \frac{z\mp y}{l}, \ldots$, enfin, les deux arcs tangentes figurant dans (5) à $\frac{\pi}{2}$ et à $\operatorname{arc\,tang}\frac{z}{x}$,

$$(6)\begin{cases}\varphi = \frac{P}{2\pi\mu}\Big(l\log\frac{l}{e} + z + \frac{z}{2}\log\frac{4l^2}{z^2+x^2} + x\operatorname{arc\,tang}\frac{x}{z}\Big), \\ \psi = \frac{F}{4\pi\mu}\Big[-l^2 + 2\Big(l\log\frac{l}{e}\Big)z + \frac{z^2-x^2}{2}\log\frac{4l^2}{z^2+x^2} + \frac{z^2-x^2}{2} + z^2 - y^2 + 2xz\operatorname{arc\,tg}\frac{x}{z}\Big].\end{cases}$$

» Il en résulte pour les déplacements (1), (2) et, par suite, pour les composantes principales N_x, T_y, N_z entrant dans les pressions que supportent les éléments superficiels normaux au plan de symétrie des déformations, c'est-à-dire au plan des xz, les formules respectives :

$$(7)\begin{cases}u = \frac{P}{2\pi\mu}\Big(\frac{xz}{x^2+z^2} - \frac{\mu}{\lambda+\mu}\operatorname{arc\,tg}\frac{x}{z}\Big), \quad v = 0, \quad w = \frac{P}{2\pi\mu}\Big(\frac{z^2}{x^2+z^2} + \frac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\log\frac{2l}{\sqrt{x^2+z^2}}\Big); \\ (N_x, T_y, N_z) = -\frac{2P}{\pi}\frac{z}{x^2+z^2}\frac{(x^2, xz, z^2)}{x^2+z^2};\end{cases}$$

$$(8)\begin{cases}u = \frac{F}{2\pi\mu}\Big(\frac{x^2}{x^2+z^2} - \frac{\mu}{\lambda+\mu} + \frac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\log\frac{2l}{\sqrt{x^2+z^2}}\Big), \quad v = 0, \quad w = \frac{F}{2\pi\mu}\Big(\frac{xz}{x^2+z^2} + \frac{\mu}{\lambda+\mu}\operatorname{arc\,tg}\frac{x}{z}\Big); \\ (N_x, T_y, N_z) = -\frac{2F}{\pi}\frac{x}{x^2+z^2}\frac{(x^2, xz, z^2)}{x^2+z^2}.\end{cases}$$

» III. Dans les deux cas, $v = 0$ et u, w sont indépendants de y; ce qui montre que les formules obtenues représentent des déformations planes où l'action mutuelle des feuillets parallèles aux zx se réduit évidemment à sa composante normale

$$(9) \qquad N_y = \lambda\theta = \text{soit} - \frac{\lambda}{\lambda+\mu}\frac{P}{\pi}\frac{z}{x^2+z^2}, \quad \text{soit} - \frac{\lambda}{\lambda+\mu}\frac{F}{\pi}\frac{x}{x^2+z^2}.$$

» Un ensemble quelconque de ces feuillets constitue donc un prisme, de largeur finie suivant les y, soumis le long de l'axe des y, par unité de cette largeur, à la pression normale P ou à la traction tangentielle F, et susceptible enfin d'être isolé du reste du solide indéfini, pourvu qu'on exerce sur ses deux faces parallèles aux xz les actions normales (9) par unité d'aire.

» Les formules (7) et (8) de N_x, T_y, N_z déterminent, comme on sait, la force élastique supportée par tout élément plan parallèle à l'axe des y. Or, dans les cas, tant de la pression normale P que de la traction tangentielle F et, par suite, de l'action simultanée de P et de F, ces formules donnent $N_x N_z = T_y^2$, avec proportionnalité de T_y, N_z à x et à z. Cela implique l'absence complète de pressions sur les plans menés suivant l'axe des y, ou sur les deux faces de tout *coin* matériel infiniment aigu ayant pour arête cet axe; de sorte que l'équilibre de la partie d'un tel coin, comprise entre deux plans sécants quelconques parallèles aux y, entraîne l'égalité, avec parallélisme à ses faces, des deux forces élastiques totales exercées sur ses sections par ces plans. On en déduit aisément que la pression sollicitant (par unité de largeur normale aux zx) un élément superficiel quelconque, parallèle à l'axe des y et vu de cet axe sous un angle $d\alpha$, est simplement le produit de $\frac{2d\alpha}{\pi}$ par la projection, sur la droite qui émane normalement de l'axe des y vers l'élément superficiel, de l'action extérieure donnée P, F, ou composée de P et de F. Il faut toutefois excepter les éléments plans très voisins de l'axe des y, ou appartenant à la région dont les distances à cet axe sont comparables à la petite largeur, négligée ici, de la bande d'application des actions extérieures; car l'étude des détails qui s'y passent exigerait évidemment la mise en compte de cette largeur.

» Sous la droite Oy d'application de la pression normale P, c'est-à-dire pour $x = 0$, les formules (7) donnent, aux profondeurs z sensibles, $N_x = 0$, $T_y = 0$, $N_z = -\frac{2P}{\pi z}$, et la biréfringence temporaire de la matière pour les rayons lumineux dirigés suivant les y, proportionnelle à la déformation élastique dans le plan des zx, ou à la différence des deux pressions principales correspondantes N_x, N_z, l'est au quotient $\frac{P}{z}$, c'est-à-dire qu'elle se trouve en raison directe de la pression P exercée par unité de largeur et en raison inverse de la distance z à sa droite d'application.

» IV. Nous bornant encore à ce cas de la pression normale P, isolons dans le solide une poutre ou un prisme de hauteur finie h, en menant

le plan horizontal $z = h$. La matière sous-jacente devra, pour que l'équilibre subsiste, continuer à exercer sur ce plan, d'après les deux dernières formules (7), des pressions dirigées partout vers l'axe des y et ayant (par unité d'aire) les composantes respectives, suivant les x et les z, $-\frac{2Ph^2}{\pi}\frac{(\xi, h)}{(h^2+\xi^2)^2}$, si l'on convient d'appeler ξ l'abscisse x pour les points de la base inférieure. Or on conçoit qu'un sol horizontal d'un degré convenable de rugosité et de dureté, sur lequel reposerait la poutre, puisse exercer de telles pressions, et qu'il en soit à peu près de même d'un sol résistant quelconque, ou d'un cadre soutenant les poutres sur toute la longueur et une notable partie de la largeur de leurs bases inférieures, abstraction faite toutefois de perturbations inévitables dans les couches des prismes les plus basses, à raison du vide central du cadre, ou encore d'autres circonstances. On doit donc pouvoir appliquer les formules (7) de N_x, T_y, N_z à la presque totalité d'un prisme de hauteur finie, posé sur un sol horizontal ou sur un cadre.

» V. Mais il n'en est plus de même quand il n'y a sous la poutre que deux supports sans frottement, parallèles à l'axe des y et distants de $2k$, c'est-à-dire ayant pour abscisses $\xi = \pm k$. Alors, en effet, la pression qu'éprouve la base inférieure est verticale et égale à $\frac{1}{2}P$ (par unité de largeur de la poutre) le long des supports, c'est-à-dire le long des deux droites $\xi = \pm k$, tandis qu'elle est nulle ailleurs, au lieu de se trouver partout dirigée vers l'axe des y et pourvue des deux composantes finies par unité d'aire données ci-dessus. Donc, pour passer de l'état physique représenté par les formules (7) à l'état réel, il faut superposer au mode d'équilibre (7) un second mode d'équilibre où la base supérieure du prisme serait libre, mais où la base inférieure, soumise à des actions sans résultante statique, éprouverait les deux pressions de bas en haut $\frac{1}{2}P$ (par unité de largeur du prisme), le long des deux droites $\xi = \pm k$, et, en même temps, sur toute sa surface, des tractions obliques égales et contraires à celles qu'y donnent (7), c'est-à-dire ayant sur toute bande d'abscisse ξ et de largeur $d\xi$, par unité de longueur dans le sens des y, les deux composantes respectives

$$(10)\qquad \mathcal{F} = \frac{2Ph^2\xi d\xi}{\pi(h^2+\xi^2)^2}, \qquad \mathcal{Q} = -\frac{2Ph^3 d\xi}{\pi(h^2+\xi^2)^2},$$

suivant les x positifs et les z négatifs (ou vers l'intérieur du prisme).

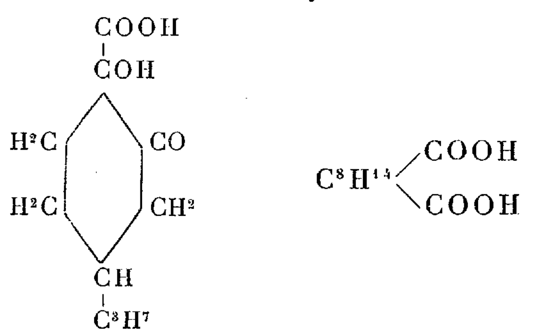
» Or, si l'on suppose *pour un instant* le prisme indéfini en hauteur *à partir de sa base inférieure*, les relations (7) et (8) permettront d'obtenir les formules de ce *mode correctif* d'équilibre. Il n'y aura, pour cela, qu'à transporter successivement l'origine sur toutes les bandes transversales de

la base inférieure (après avoir renversé le sens des z positifs), à remplacer P, F par $\frac{1}{2}$P et par zéro sur les deux bandes d'abscisses $\pm\xi$, mais par les expressions (10) de $\mathfrak{P}$ et de $\mathfrak{F}$ sur toutes les autres, enfin, à superposer les valeurs respectives de u, v, w, N_x, T_y, N_z, ainsi obtenues (pour chaque point matériel du prisme) quand ξ varie de $-\infty$ à ∞. Les deux sommes $\frac{1}{2}P+\frac{1}{2}P+\Sigma\mathfrak{P}$, $\Sigma\mathfrak{F}$ étant évidemment nulles (¹), les valeurs totales de u, v, w, N_x, T_y, N_z ne correspondront qu'à des perturbations locales; et elles s'évanouiront sensiblement un peu loin de la région comprise entre les deux appuis $\xi=\pm k$ et la droite d'application de la pression effective P. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude de la fonction de l'acide camphorique;* par M. A. **Haller**.

« Dans son beau travail sur les acides camphorique et isocamphorique, M. Friedel a remis en question la fonction et la constitution de l'acide camphorique ordinaire.

» Reprenant, sous une forme plus précise, une idée déjà émise par M. Weyl et M. Berthelot, M. Friedel attribue à cette molécule la triple fonction acide carboxylé, cétone et alcool, et le représente par la formule I, tandis que la plupart des auteurs qui se sont occupés de ce corps, le considèrent comme un acide dicarboxylé (formule II). Les divergences ne portent que sur la constitution du noyau C^8H^{14}.



(¹) On le vérifie d'ailleurs au moyen des valeurs (10) de $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{F}$, qui, intégrées, donnent

$$\sum\mathfrak{P}=-\frac{Ph^2}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{2h\,d\xi}{(h^2+\xi^2)^2},\qquad \sum\mathfrak{F}=\frac{Ph^2}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{2\xi\,d\xi}{(h^2+\xi^2)^2}.$$

La seconde intégrale, ayant sous le signe $\int$ une fonction impaire de ξ, s'annule identiquement, et la première s'obtient par la différentiation en h de la formule évidente $\int_{-\infty}^{\infty}\frac{d\xi}{h^2+\xi^2}=\frac{1}{h}\left(\text{arc tang}\,\frac{\xi}{h}\right)_{-\infty}^{\infty}=\frac{\pi}{h}$. Il vient bien ainsi $\Sigma\mathfrak{P}=-P$, $\Sigma\mathfrak{F}=0$.

» De nombreux faits militent en faveur de cette manière de voir. Les dérivés auxquels l'acide camphorique donne naissance, ont, en effet, beaucoup d'analogie avec ceux qui se rattachent aux acides succinique et phtalique.

» La propriété que possède l'acide camphorique, de se comporter à l'égard de l'acide sulfurique comme les acides glycolique, lactique, citrique, etc., propriété invoquée par M. Friedel, permet au contraire de le rapprocher de ces derniers composés.

» Ajoutons que la facilité avec laquelle les sels alcalins des camphorates acides de bornyle (1) sont décomposés, en solution aqueuse, par l'acide carbonique, milite aussi en faveur de l'hypothèse d'une fonction alcool.

» La fonction de l'acide hydroxycamphocarbonique $C^{11}H^{18}O^4$ (2), homologue supérieur de l'acide camphorique, paraissant liée à celle de ce composé, nous avons cherché à fixer, par un ensemble de réactions, chacune des fonctions supposées à ce dernier acide par la nouvelle formule.

» Les essais ont été faits en partant des éthers méthyliques neutre et acide (3), que nous avons préparés en suivant la méthode employée par M. Friedel pour obtenir les éthers éthyliques.

» Par éthérification directe, au moyen d'un courant de gaz chlorhydrique, d'une solution d'acide camphorique dans l'alcool méthylique, on obtient un mélange d'éther acide et d'éther neutre. La quantité de ce dernier varie avec la durée de contact et aussi avec la température à laquelle on opère, remarque qui a d'ailleurs été faite également par M. Brühl.

» La production de cet éther neutre, dans ces conditions, n'est pas en contradiction avec l'hypothèse de M. Friedel, car on sait que la phloroglucine et d'autres phénols peuvent s'éthérifier dans les mêmes circonstances.

» L'*éther acide*, isolé du mélange, cristallise au sein d'un mélange

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CX, p. 580.

(2) A. Haller, *Thèse de la Faculté des Sciences*, Paris, 1879.

(3) Ces composés, dont l'un seul, l'éther obtenu par éthérification directe (Loir, *Ann. Chim. et Phys.*, 3e série, t. XXXVIII, p. 483), était connu avant nos recherches, ont été sommairement décrits dans les *Archives des Sciences naturelles de Genève*, 13 mai 1892, et dans la *Revue des Sciences*, de M. L. Olivier, du 30 avril 1892.

M. Brühl, qui n'a sans doute pas eu connaissance de notre travail, vient d'en faire la description dans le dernier *Bulletin de la Société chimique de Berlin*, p. 1796.

d'éther et d'éther de pétrole, en gros cristaux ou en losanges, solubles dans l'alcool, le benzène, le toluène, la ligroïne, les alcalis et les carbonates alcalins.

» Le *camphorate neutre de méthyle* se présente sous la forme d'une huile épaisse distillant à 146°-150° sous une pression de 10^{mm} de mercure et à 175° sous une pression de 65^{mm}. On peut aussi le préparer en chauffant à 100°, dans un tube scellé, un mélange de camphorate acide de méthyle, de méthylate de soude et d'iodure de méthyle. L'éthérification n'est toutefois pas totale, il reste toujours de l'acide non transformé.

» En chauffant cet éther neutre avec la quantité équivalente de potasse alcoolique, on obtient le sel de potasse de l'éther acide de saponification.

» Le *camphorate acide de saponification* cristallise au sein de l'éther de pétrole en beaux prismes blancs et brillants, solubles dans l'alcool, l'esprit-de-bois, l'éther et les alcalis.

» L'eau bouillante le dissout également sans le décomposer et l'abandonne sous la forme de longues aiguilles aplaties et striées.

» Ces deux éthers acides diffèrent nettement l'un de l'autre par leur point de fusion et leur pouvoir rotatoire moléculaire.

	P. f.	P. r. m.
Camphorate acide de méthyle d'éthérification........	75-76	$(\alpha)_D = +51°.52$
Camphorate acide de méthyle de saponification.......	85-86	$(\alpha)_D = +43.55$
Camphorate neutre de méthyle.....................		$(\alpha)_D = +44.40$

» Tous ces éthers chauffés avec les alcalis régénèrent de l'acide camphorique. Cette propriété de l'éther de saponification n'est pas en contradiction avec la fonction attribuée à l'acide camphorique, le dinitroanisol et les éthers picriques se comportant de la même façon. De plus, M. Claisen vient de montrer (¹) qu'une nouvelle classe d'éthers, les éthers oxyméthyléniques de la forme

$$RCOCR = CHOC^2H^5$$

sont facilement saponifiés par la potasse alcoolique.

» La formule de l'acide camphorique, préconisée par M. Friedel, fait de cette molécule un acide β-cétonique; or on sait que les éthers de ces sortes d'acides se condensent facilement avec la phénylhydrazine pour donner naissance à des pyrazolones. La camphorate acide de méthyle d'éthérifica-

(¹) *Ber. deuts. chem. Ges.*, t. XXV, p. 1784.

tion chauffé avec $C^6H^5AzHAzH^2$ devait donc fournir une pyrazolone hydroxylée, comme l'indique l'équation

$$\begin{array}{c} COOCH^3 \\ | \\ COH \\ H^2C \quad\quad CO \\ H^2C \quad\quad CH^2 \\ CH \\ | \\ C^3H^7 \end{array} + C^6H^5AzHAzH^2 = \begin{array}{c} CO - Az\text{-}C^6H^5 \\ | \\ COH \\ H^2C \quad\quad C{=}Az \\ H^2C \quad\quad CH^2 \\ CH \\ | \\ C^3H^7 \end{array} + CH^3OH.$$

» Quand on chauffe à 150°-160°, en tube scellé, ce camphorate avec l'hydrazine, il y a en effet réaction. Il se forme une huile épaisse, colorée, qui dégage un gaz à odeur de méthylamine. Cette huile, traitée par un mélange d'éther et de ligroïne, abandonne au bout de quelque temps des grains, cristallins et brillants, d'un corps dont la composition répond à celle de la pyrazolone cherchée. Purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool, ce dérivé se présente sous la forme de beaux cristaux fondant à 119° et dont le pouvoir rotatoire moléculaire $(\alpha)_D = +16°,41$. Mais, bien qu'ayant la composition de la pyrazolone, ce composé n'en possède point la fonction. Il est insoluble dans les alcalis et ne donne pas de réaction colorée avec le perchlorure de fer.

» Sa fonction et sa constitution sont sans doute analogues à celles des α phtalylphénylhydrazine et succinylphénylhydrazine obtenues par M. B. Hötte [1] en traitant les anhydrides phtalique et succinique par de la phénylhydrazine. Il aurait alors la formule

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{c} CO \\ CO \end{array}\right\rangle AzAzHC^6H^5,$$

ce qui conduirait à considérer l'acide camphorique comme un acide dicarboxylique.

» La production de ce même dérivé au moyen de l'anhydride camphorique et de la phénylhydrazine, par MM. Friedel et A. Combes (communication particulière), semble confirmer notre manière de voir.

» En faisant agir de la phénylhydrazine sur du camphorate neutre de méthyle, à une température ne dépassant pas 100°, il n'y a aucune réaction.

---

(1) *Journ. f. pr. Chem.*, t. XXXV, p. 265.

» M. Brühl (*loc. cit.*) a fait la même observation et MM. Friedel et Combes, en opérant sur le camphorate neutre de méthyle sont, arrivés au même résultat.

» En portant la température du mélange à 150°-160°, on obtient un produit coloré en rouge foncé, dégageant une odeur de méthylamine et duquel il a été impossible d'isoler un corps bien défini.

» Parmi les réactions mises à profit pour caractériser la fonction alcool d'un composé, on emploie particulièrement celles des chlorures ou des anhydrides acides et celle du carbonyle; M. Anschutz a démontré que, en chauffant l'acide camphorique avec les chlorures d'acétyle et de benzoyle, on n'obtient que de l'acide camphorique anhydre.

» Nos essais ont porté sur le camphorate acide de méthyle d'éthérification, c'est-à-dire sur l'éther dans lequel la fonction alcool supposée se trouve encore libre.

» Le chlorure de benzoyle ne réagit pas à froid sur ce composé, mais, si l'on chauffe légèrement, la réaction s'effectue avec dégagement d'un gaz et formation d'anhydride camphorique et d'acide benzoïque.

» Cet insuccès nous a conduit à essayer la méthode d'éthérification de MM. Schotten et Baumann [1].

» Du camphorate acide de méthyle d'éthérification, dissous dans la soude caustique, fut agité avec un excès de chlorure de benzoyle. Quand on ne perçoit plus l'odeur de chlorure, on épuise le liquide avec de l'éther et l'on décante. La solution éthérée abandonne, par évaporation, une huile dont la quantité varie avec l'opération et qui possède encore l'odeur de chlorure de benzoyle. Après purification, ce corps distille entre 270° et 315° sous une pression de 80^{mm}.

» Il est très réfringent, insoluble dans les alcalis et donne, à l'analyse, des nombres se rapprochant de ceux d'un dérivé benzoylé du camphorate acide de méthyle.

	Trouvé.		Théorie pour $C^{18}H^{22}O^{5}$.
	I.	II.	
C pour 100..........	68,50	67,92	67,92
H »	6,37	6,16	6,91

» Nous nous proposons de revenir sur ce composé.

» Dans une prochaine Communication nous étudierons d'autres dérivés de l'acide camphorique. »

---

(1) *Deutsch. chem. Ges.*, t. XVII, p. 2545; t. XIX, p. 3218.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la présence et la nature de la substance phylacogène dans les cultures liquides ordinaires du* Bacillus anthracis. Note de M. **Arloing**.

« Je me propose d'aborder, dans cette Note, deux points relatifs à l'immunisation contre le charbon par les produits de culture du *Bacillus anthracis,* savoir : 1° la manière de montrer le pouvoir vaccinant de la partie liquide d'une culture achevée; 2° la détermination du groupe des substances solubles où se trouve contenue la matière phylacogène.

» J'entretiens l'Académie de mes travaux sur ces sujets, parce qu'ils m'ont fourni des résultats plus nets et plus décisifs que ceux publiés jusqu'à ce jour.

» I. On sait, en effet, que l'on a très imparfaitement réussi à conférer l'immunité avec les cultures filtrées du *Bacillus anthracis*. Plusieurs expérimentateurs, tels que M. Bouchard, MM. Roux et Chamberland, ont échoué dans leurs tentatives avec des cultures ordinaires. D'autres, tels que MM. Woolrige et W. Petermann, disent avoir réussi, mais avec des cultures faites dans des milieux spéciaux. Le premier avait cultivé le bacille dans des extraits de thymus et de testicule de veau; le second, dans du sérum de bœuf.

» Des expériences faites par M. Roger, en 1889, ont démontré la réalité d'une matière vaccinante dans les cultures de charbon; mais, d'après l'auteur, cette matière ne serait pas soluble ou bien serait fixée par la chaleur dans l'intérieur des cadavres des bactéridies.

» Mes recherches ont eu pour but de démontrer que les cultures du *Bacillus* ordinaire renferment aussi des matières solubles vaccinantes.

» Je me suis laissé guider, dans mes recherches, par la connaissance des propriétés rétentives des filtres minéraux pour les substances solubles des cultures que l'on fait passer à travers leur épaisseur pour les séparer des microbes, propriétés dont j'ai entretenu l'Académie récemment (voir *Comptes rendus* du 20 juin 1892).

» Partant de cette connaissance, j'ai supposé que la filtration sur porcelaine, couramment usitée pour obtenir la partie liquide des cultures à l'état de pureté, diminuait la proportion des substances vaccinantes au point de nuire à la manifestation de leurs effets. Aussi ai-je résolu de séparer les bacilles du bouillon de culture sans me servir du filtre Chamberland.

» Pour y parvenir, j'ai pris d'anciennes cultures faites dans un grand volume de bouillon, à l'intérieur de matras considérables. Sous l'influence de repos prolongé, les bacilles s'étaient déposés, sous forme d'un feutrage, au fond des ballons ; une couche épaisse de bouillon de culture limpide les surmontait. J'ai alors introduit dans le ballon, en évitant de lui imprimer des ébranlements, un siphon stérilisé, disposé d'une manière particulière. Les deux branches, garnies de coton tassé et stérilisé sur une grande longueur, étaient réunies par un tube de caoutchouc. La branche extérieure, à peine plus longue que la branche intérieure, se terminait par une pointe effilée. Tout cela dans le triple but de décanter le liquide lentement, sous une aspiration minime, et de faire en sorte que les rares bacilles qui pourraient être entraînés fussent retenus dans les mailles étroites des tampons de coton.

» Après ce premier siphonnement, le bouillon de culture est mis à décanter dans une longue éprouvette conservée au frais pendant vingt-quatre heures. On l'en retire par un second siphonnement semblable au premier.

» Par ce procédé, j'ai obtenu, dans ce cas particulier, du bouillon de culture absolument débarrassé des bacilles charbonneux et non spolié d'une partie des substances microbiennes qu'il tient en dissolution comme il l'aurait été fatalement par le filtre Chamberland.

» Or, avec ce bouillon de culture en possession de tous les produits microbiens qu'il avait reçus, j'ai parfaitement conféré l'immunité à de jeunes brebis, soit par une seule et abondante injection intra-veineuse, soit par une série d'injections sous-cutanées (cinq) de 10^{cc} chacune, résultat que je n'avais jamais obtenu dans plusieurs expériences antérieures où j'avais inoculé des cultures filtrées à travers la porcelaine dégourdie.

» II. Ce fait une fois bien établi, je pouvais entreprendre de déterminer, sinon la substance phylacogène, au moins le groupe des substances solubles qui la renferme.

» Des tentatives de détermination plus précise ont été faites par M. Haukin dans le laboratoire de M. Koch, il y a quelques années. M. Haukin aurait isolé des cultures du *Bacillus anthracis* une albumose qui, suivant la quantité inoculée, prédisposerait les souris à contracter le charbon ou bien leur permettrait de résister à cette maladie. Les expériences de l'auteur sont loin de posséder la simplicité désirable en pareil cas et, lorsqu'on en lit les détails, elles sont loin d'être convaincantes. Au surplus, elles ont été répétées aussi exactement que possible, l'année der-

nière, par M. Pétermann, à l'Institut Pasteur, et ont donné des résultats négatifs sur le lapin, le cobaye et la souris. Plusieurs fois, les animaux qui avaient reçu l'albumose sont morts plus vite que les témoins.

» J'ai dissous séparément dans l'eau glycérinée à 40 pour 100 deux groupes de matières contenues dans le bouillon de culture dont il a été question dans la première partie de la présente Note. Les unes précipitables par l'alcool; les autres solubles dans ce liquide. Les matières solubles dans l'alcool ont été ramenées à consistance d'extrait par évaporation à 50° sur une dépression de $0^m,50$ de mercure. Les solutions glycérinées ont été faites de telle sorte qu'elles aient un quart seulement du volume primitif de la culture.

» Avec ces solutions, j'ai fait d'abord un certain nombre d'essais isolés en employant les injections intra-veineuses ou les injections sous-cutanées. J'ai acquis la certitude que je donnais quelquefois une sérieuse immunité au mouton. Alors j'ai entrepris une expérience bien systématisée.

» Je me suis procuré six agneaux, que j'ai divisés en trois lots égaux : ceux du premier lot ont reçu pendant six jours de suite et chaque jour 1^{cc} de la solution des matières précipitables par l'alcool en injections sous-cutanées; ceux du deuxième ont reçu de la même manière les substances solubles dans l'alcool; ceux du troisième lot devaient servir de témoins à l'expérience d'épreuve. Je reviendrai plus tard sur les effets locaux et généraux de ces injections. Huit jours après la dernière, on inocule les six agneaux avec une culture complète de bacilles très virulents. Quatre animaux sur six succombent à cette inoculation, savoir : les deux témoins et les deux agneaux imprégnés avec les substances précipitables par l'alcool. Les deux agneaux imprégnés avec les substances solubles dans l'alcool ont présenté une élévation notable de la température, mais se sont rétablis.

» *Il nous semble, d'après ces résultats, que les bacilles charbonneux déversent une substance phylacogène dans les bouillons de culture et que cette substance fait partie du groupe des matières qui, dans les cultures, sont solubles dans l'alcool.* »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Baudoin** adresse une Note « sur les orages et sur le moyen d'obtenir la pluie sur un endroit déterminé ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Mascart).

M. **Foveau de Courmelles** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Différence de conductibilité des corps métalliques avec le sens de leur interposition sur le trajet d'un courant continu ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Chauveau).

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la recherche de l'angle de polarisation de Vénus.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« En profitant des circonstances favorables dans lesquelles Vénus vient de se trouver pour mesurer son angle de polarisation, partant pour en déduire la nature pétrographique de son sol, je l'ai observée presque quotidiennement, à des heures convenables, depuis le 29 avril jusqu'au 8 juin. Pendant cet espace de temps, l'angle dont il est question, compté de la surface, a pu varier entre 45°,17 et 27°,51, limites entre lesquelles la valeur présumée est censée être comprise, en y faisant même une part suffisamment large aux dépressions et bosselures du sol.

» Ces observations ont été faites à l'aide d'une lunette de 135^{mm} d'ouverture, à laquelle un photo-polarimètre de M. Cornu a été adapté, y ajoutant un oculaire qui s'emboîte entre le biprisme et une tourmaline verdâtre, qui a été substituée au nicol, dans le but de permettre à l'œil de se placer tout près de l'anneau oculaire, en même temps que d'atténuer les effets d'irisation.

» De ces recherches, il résulte que la lumière provenant du croissant de Vénus, observé depuis la plus grande élongation, n'est pas polarisée. Telle est la conclusion qui découle de l'effet d'ensemble étudié.

» Quoique ce résultat soit négatif au point de vue du but poursuivi, il est en revanche très instructif à un autre égard, car il prouve d'une façon péremptoire que la presque totalité de la surface visible est constituée par une épaisse couche de nuages. C'est, ainsi qu'on le voit, une confirmation d'un genre nouveau des idées depuis longtemps émises au sujet de ce point important de Physique céleste, idées que M. Trouvelot a rendues très vraisemblables, en s'appuyant sur ses nombreuses et intéressantes observations optiques (1).

---

(1) *Bull. Soc. Astr. de France*, 6e année, 1892.

» En prouvant ainsi l'existence d'une telle atmosphère et de son régime permanent, on ne comprend que mieux l'insuccès de bien des essais pour déterminer la durée de rotation de l'astre.

» D'après les faits exposés, on doit désespérer de parvenir à connaître la nature pétrographique du sol de la planète. Il est permis néanmoins d'avoir un certain espoir, en songeant à ce que peut-être des taches du genre de celles que le savant astronome ci-dessus nommé a observées en septembre 1876 et février 1891 appartiennent réellement au sol.

» Visant à savoir si ces taches-là se sont montrées durant la visibilité qui s'achemine maintenant vers la conjonction inférieure, j'ai souvent tourné vers ce but l'observation optique, mais malgré mes efforts, et quoique la définition ait été d'ordinaire assez bonne, parfois même excellente, il m'a été impossible de rien saisir qui leur ressemblât.

» Par contre, les taches blanches polaires se sont montrées avec une grande netteté. La position des endroits où elles siègent et leur allure tendent de plus en plus à prouver que ce sont là des accidents qui tiennent incontestablement au sol de Vénus, et dont la partie supérieure affleure ou même dépasse, en certains points, la couche la plus élevée de cette épaisse masse nuageuse que l'observation polariscopique vient de mettre en évidence. »

PHYSIQUE. — *Sur les variations de température de l'eau comprimée subitement à* 500^{atm} *entre* 0° *et* 10°. Note de M. **Paul Galopin**, présentée par M. A. Cornu.

« En utilisant les deux principes fondamentaux de la Thermodynamique pour déterminer théoriquement les variations de température que doivent subir les liquides brusquement comprimés (compression adiabatique), Sir William Thomson est arrivé à la formule bien connue

$$\theta^\circ = \frac{\alpha P t}{E c d},$$

dans laquelle θ est la variation de la température en degrés, α est le coefficient de dilatation, t la température absolue, E l'équivalent mécanique de la chaleur, c et d la chaleur spécifique et la densité du liquide comprimé.

» Or, pour vérifier cette formule et combler une lacune réelle de la Physique expérimentale, il convient de revenir aux équations différentielles dont l'intégration a fourni l'expression finie de θ.

» En suivant la marche des calculs du Mémoire de M. le professeur A. Cornu, paru en 1873 dans le *Journal de Physique* (t. II, p. 41), on obtient

$$dt = \frac{T\alpha v}{Ec}\,dp,$$

c étant la chaleur spécifique sous pression constante.

» Si la variation de pression constante est grande, il faut intégrer l'expression ci-dessus; mais cette intégration ne peut se faire que si l'on connaît simultanément les variations concomitantes de c et de α. Dans l'équation précédente la signification de α est

$$\alpha = \frac{1}{v}\frac{dv}{dt}; \qquad \text{d'où} \qquad \alpha v = v_0\,\frac{d\left(\frac{v}{v_0}\right)}{dt}.$$

» Sous cette forme on peut utiliser les formules numériques données par l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, où l'on trouve pour l'eau

$$v_t = v_0(1 + at + bt^2 + ct^3).$$

On en déduit

$$\alpha v = v_0(a + 2bt + 3ct^2).$$

» Par contre, il manque encore les valeurs numériques de $\frac{dv}{dp}$ en fonction de t. Le travail de M. Amagat prouve que le maximum de densité de l'eau s'abaisse au-dessous de 4° au fur et à mesure que la pression s'élève. Les termes de la loi ne sont pas encore exactement connus.

» Il résulte de cette situation que dans l'état actuel des connaissances de l'eau, on ne peut calculer l'intégrale complète de θ pour de grands écarts de P.

» Dans cette Note, nous apportons comme contribution à cette étude, les résultats d'expériences entreprises dans le laboratoire de M. le professeur Raoul Pictet. Nous nous proposons de déterminer la valeur de θ pour tous les liquides entre $-200°$ et $+200°$, et cela pour des variations brusques de 1000^{atm}. Nous avons commencé par l'eau.

» *Description de l'appareil.* — L'appareil est composé d'un cylindre d'acier, à parois très résistantes, ayant 40^{mm} de diamètre intérieur et 390^{mm} de longueur. Il est fermé à une des extrémités et reçoit à l'autre une forte bride d'acier qui permet d'établir un joint hermétique. La contre-bride, au lieu d'être plate, est munie d'un tube cylindrique d'acier qui occupe l'axe du premier cylindre et est destiné à recevoir le thermomètre qui donne les températures. Ce petit tube central a $6^{\text{mm}},9$ de dia-

mètre et le thermomètre qui y descend est de 1^m de longueur. Les lectures se font sur la graduation gravée sur la tige au-dessus de l'appareil et donnent avec précision le *centième de degré*. La contre-bride reçoit, outre ce tube central, un ajutage qui met l'espace cylindrique annulaire compris entre les deux tubes d'acier en communication avec une pompe Cailletet allant à 1000^{atm}. La communication s'établit par un tube de cuivre de $1^{mm},9$ de diamètre très souple et résistant.

» Tout l'instrument est placé dans un grand calorimètre à quadruples enveloppes, dont les températures sont données par de longs thermomètres très exacts et très sensibles au $\frac{1}{100}$ de degré. Les effets du rayonnement sur l'appareil central ont été soigneusement observés en faisant des séries d'expériences, l'appareil étant tantôt plus chaud, tantôt plus froid que le calorimètre.

» *Constante de l'appareil.* — Les valeurs lues au thermomètre central ne correspondent pas aux *valeurs vraies* de θ. L'acier des deux cylindres absorbe ou fournit de la chaleur. En pesant les manchons d'acier qui entourent la masse liquide dans les abords du thermomètre, nous avons calculé la *constante* par laquelle il faut multiplier toutes les valeurs lues au thermomètre pour avoir la valeur de θ que l'on obtiendrait en comprimant l'eau dans une enceinte à parois *rigides* et infiniment *minces*. Cette constante est 1,52 avec l'eau.

» Par le moyen de nombreux essais, nous avons pu nous convaincre que la compression de l'acier du tube central et la distension des parois extérieures ne perturbent nullement les lectures du thermomètre et n'entraînent aucune erreur systématique. Les parois agissent jusqu'à 500 atmosphères comme un corps inerte.

» *Expériences sur l'eau.* — Nous avons rempli d'eau distillée (bouillie pour chasser l'air en dissolution) tout l'appareil, la pompe et ses annexes. L'*herméticité absolue* est obtenue.

» Nous mettons l'appareil central et le calorimètre à la même température à $\frac{1}{100}$ de degré près. Avec quelques coups de piston de la pompe, nous obtenons 500 atmosphères. Le thermomètre central accuse aussitôt une vague ; l'élévation de la température atteint son maximum en deux minutes environ. Nous laisserons tomber la pression en ouvrant la soupape de décharge, une vague inverse se produit pour se terminer à la température initiale.

» Les mesures expérimentales de θ sont ainsi très exactes.

» Voici le Tableau des résultats obtenus dans cinquante séries d'obser-

vations entre 0° à 10°, la pression ayant toujours été de 500 atmosphères.

Température.	Valeurs de θ pour 500 atm.	Température.	Valeurs de θ pour 500 atm.
0°,4 à 0°,7...	0°,20	3°,9.....	0°,36
1	0,26	4	0,36
2	0,27	5	0,43
2,5.........	0,29	8	0,52
3	0,33	10	0,59

» *Premières conséquences.* — Nous voyons par les chiffres obtenus pour θ que jusqu'à 0° la compression de l'eau entraîne toujours une élévation de température, même lorsque l'on fait monter la pression lentement.

» Nous n'avons pas observé de *renversement de la courbe* au début de la compression. Il s'ensuit que dès l'origine, en comprimant de l'eau *au-dessous de* 4°, l'élévation de la pression fait baisser la température à laquelle, *pour cette pression,* se trouve le maximum de densité de l'eau.

» Cet abaissement est suffisant pour que, au lieu de θ *négatif*, on ait θ *positif*. Ce fait nous a paru digne d'attention, car il montre combien il serait dangereux d'appliquer ici la formule de Thomson sans lui faire subir, par l'intégration finie, la correction nécessaire.

» Ces expériences montrent également que le point de congélation de l'eau correspond à peu près avec la température du maximum de densité de l'eau sous de fortes pressions.

» De 0° à 10°, les valeurs de θ croissent rapidement; elles permettent de vérifier les rapports entre dv et dp en fonction de t.

» Nous continuerons ces expériences en les étendant sur des écarts plus grands de température et de pression, et en les portant sur tous les liquides susceptibles d'être étudiés dans cet appareil. »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la constante diélectrique par les oscillations électromagnétiques.* Note de M. **A. Perot**, présentée par M. Potier.

« Dans ses recherches sur la vitesse de propagation des déformations électriques, M. Blondlot [1] a montré que la période des résonateurs qu'il a employés était proportionnelle à la racine carrée de leur capacité. Si donc on détermine expérimentalement la longueur d'onde λ d'un ré-

---

[1] Blondlot, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 628.

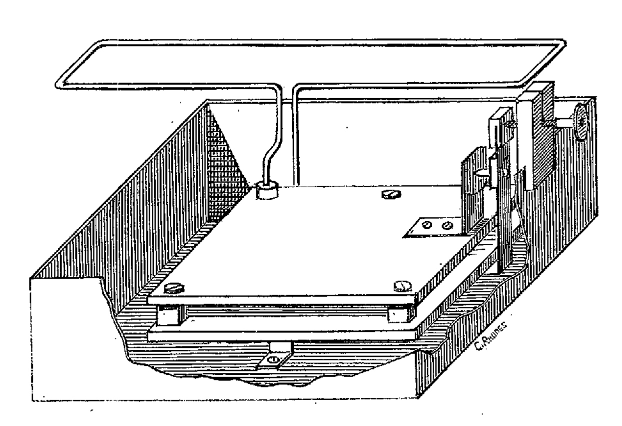
sonateur donné, le diélectrique étant l'air, puis sa longueur d'onde λ_1, le diélectrique étant un corps de constante K, on aura

$$\frac{\lambda_1}{\lambda} = \sqrt{K}.$$

» Tel est le principe de la méthode que j'ai employée pour mesurer la constante diélectrique de l'essence de térébenthine, de la glace, de la résine et du verre.

» L'appareil se compose d'un oscillateur Blondlot relié à une machine de Holtz, mue par une petite machine Gramme actionnée à l'aide d'accumulateurs. La ligne est en fil de cuivre et le pont mobile, constamment tiré vers l'extrémité de la ligne par un caoutchouc, est manœuvré par l'observateur lui-même, à l'aide d'un ruban gradué; cet artifice rend les déterminations très aisées.

» Le résonateur, semblable à ceux de M. Blondlot, se compose de deux forts plateaux carrés, bien dressés, maintenus en regard et parallèles par des cales et des pinces en ébonite, ou des vis reliant les plateaux aux cales. Ces plateaux portent un micromètre à étincelles et sont reliés à un circuit rectangulaire. Les plateaux sont ou placés verticalement, comme ceux de M. Blondlot, ou horizontalement comme l'indique la figure.



» L'oscillateur fonctionnant, on détermine la ou les positions du pont pour lesquelles il n'y a pas d'étincelles au micromètre; le double de la distance du pont, au centre du circuit du résonateur, augmentée de la longueur de ce pont, est alors un nombre impair de demi-longueurs d'onde.

» Dans cette Note, j'indiquerai seulement les résultats obtenus avec l'essence de térébenthine et la glace.

» Pour l'essence de térébenthine, j'ai employé un condensateur vertical, placé dans une cuve. Après avoir déterminé sa longueur d'onde dans l'air, j'ai rempli la cuve d'essence et j'ai mesuré à nouveau la longueur d'onde.

» J'ai trouvé ainsi

$$\left.\begin{array}{l}\lambda = 832^{cm}\\ \lambda_1 = 1248^{cm}\end{array}\right\} \quad \frac{\lambda_1}{\lambda} = 1,50 = \sqrt{K};$$

d'où

$$K = 2,25.$$

» La constante diélectrique de la même essence, mesurée à l'aide de mon électromètre différentiel ([1]), a été trouvée égale à 2,31.

» Ces deux nombres, différents de 3 pour 100, peuvent être considérés comme identiques, eu égard au manque de précision dans la détermination des grandeurs λ et λ_1.

» Pour la glace, j'ai employé l'appareil représenté ci-dessus, et j'ai opéré de la manière suivante pour éviter toute conductibilité à la surface de la glace.

» Après avoir déterminé la longueur d'onde dans l'air, on verse dans la cuve une couche d'essence de térébenthine de 1^{cm} environ de hauteur, puis on place entre les deux armatures une plaque de glace taillée à l'avance, et l'on verse de l'eau à 0° jusqu'au niveau supérieur de la glace. La cuve étant entourée d'un mélange réfrigérant, l'eau se congèle et l'air, entre les lames du condensateur, est remplacé partie par de la glace, partie par de l'essence. La longueur d'onde est alors mesurée. On dévisse ensuite l'armature supérieure du condensateur, on vide l'essence et l'on fore des trous dans la glace jusqu'à la seconde armature. La profondeur de ces trous donne l'épaisseur de la glace. On peut encore verser simplement de l'eau dans le condensateur et la faire congeler, mais, dans ce cas, la face de la glace en regard de la seconde armature n'est pas bien plane.

» E étant la distance des armatures, e l'épaisseur de la glace, x sa constante diélectrique, on a

$$\frac{E}{\frac{E-e}{2,31} + \frac{e}{x}} = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda}\right)^2,$$

en négligeant, du moins en partie, et l'influence des bords, et celle des cales d'ébonite.

» La valeur de e a varié de 10^{mm} à 15^{mm}, E étant toujours égal à $15^{mm},5$ ([2]).

([1]) PÉROT, *J. de Physique*, 2e série, t. X, p. 149.

([2]) J'ai vérifié, lors de la mesure de la constante diélectrique du verre, que la for-

» Les nombres trouvés ainsi sont les suivants :

λ_1.	K.
cm	
1360	71
940	67
680	60

» Ces nombres, très élevés, sont voisins de la valeur trouvée par M. Bouty (78); K paraît décroître avec la longueur d'onde, mais il serait prématuré d'affirmer que cette décroissance est réelle, les expériences étant trop peu précises pour les λ petits. (Une erreur de 4^{cm} sur la position du pont donnant l'extinction faisant alors varier K du simple au double.) »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité d'un gaz compris entre un métal froid et un corps incandescent.* Note de M. **Édouard Branly.**

« Dans les expériences relatives aux faits de conductibilité de ma Communication du 4 avril dernier, la charge du métal froid était accusée par l'électroscope auquel le métal était fixé, tandis que le platine incandescent communiquait avec le sol. Une nouvelle disposition expérimentale m'a permis de rendre apparent, pour les deux métaux en même temps, le mécanisme des passages électriques.

» Le métal froid et le platine incandescent sont reliés chacun à un électroscope bien isolé. Le métal froid est un tube de laiton T fixé à l'électroscope A, la spirale de platine *s* suspendue au milieu du tube de laiton prolonge l'électroscope C. Un bec Bunsen *b* chauffe la spirale.

» Je vais décrire trois séries d'expériences distinctes effectuées en portant la spirale : 1° au rouge sombre sans flamme (le bec *b* est allumé, puis éteint quand *s* est rouge, le courant de gaz est rétabli avant que le platine soit refroidi); 2° à un rouge plus vif sans flamme; 3° au rouge vif dans la flamme.

» 1° *Spirale de platine au rouge sombre* (lampe sans flamme); une toile métallique *m* est posée sur le tube.

» A est chargé directement, négativement par une pile de 250 éléments constants,

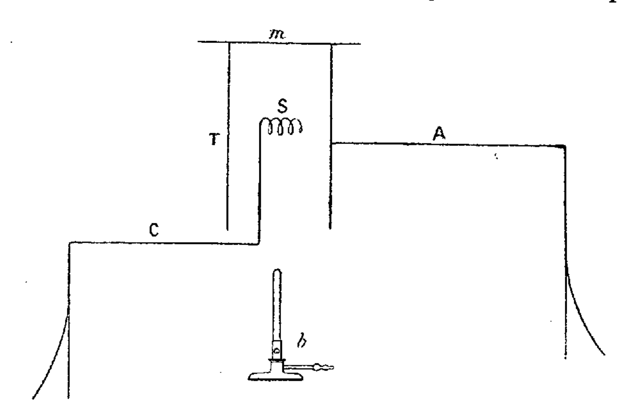
mule $\lambda = V \times 2\pi\sqrt{LC}$ s'applique encore quand la capacité du condensateur est aussi petite que dans ces expériences.

C se charge en même temps à travers le gaz et négativement. On touche C avec le doigt, A se décharge comme C; on touche A, C reste chargé.

» A est chargé positivement, C ne se charge pas.

» C est chargé négativement, A ne se charge pas.

» C est chargé positivement, A se charge en même temps et positivement. On touche C, A reste chargé; on touche A, C se décharge en même temps que A.



» On voit que le gaz compris entre le tube et la spirale est conducteur pour l'électricité négative allant du tube froid à la spirale incandescente, et pour l'électricité positive allant de la spirale au tube. La conductibilité inverse n'a pas lieu.

» Si les électroscopes sont munis du conducteur latéral de Gaugain et si l'on maintient le pôle négatif de la pile de charge appliqué en A (ou le positif en C), la feuille mobile de l'électroscope vient se décharger à intervalles réguliers contre la boule du conducteur latéral, ce qui démontre le passage continu de l'électricité dans le sens énoncé.

» 2° *Spirale de platine à un rouge plus vif* (lampe sans flamme). Une plaque de laiton remplace la toile *m*; cette plaque s'applique imparfaitement sur le tube et laisse passer un peu d'air, sans permettre au gaz de s'enflammer.

» A est chargé, C se charge rapidement et négativement. On touche C, A se décharge rapidement; on touche A et on maintient le contact, C se décharge lentement.

» A est chargé positivement, C se charge lentement et positivement. On touche C, A se décharge lentement; on touche A, C se décharge rapidement.

» C est chargé négativement, A se charge lentement et négativement. On touche C, A se décharge rapidement; on touche A, C se décharge lentement.

» C est chargé positivement, A se charge rapidement et positivement. On touche C, A se décharge lentement; on touche A, C se décharge rapidement.

» Une conductibilité inverse s'est donc ajoutée ici à la première, mais elle est plus faible. Toutefois, on l'accroît en augmentant le degré de rouge de la spirale.

» 3° *Platine au rouge vif dans la flamme.* — Le bec b est allumé et sa flamme entoure le platine incandescent; la toile m remplace la plaque de laiton.

» Dans ce cas, que l'on charge l'un des électroscopes positivement ou négativement, le second se charge immédiatement et prend la même électricité que le premier. En diminuant la flamme, les électroscopes chargés, laissés à eux-mêmes, se déchargent lentement. Si l'on touche alors l'un des électroscopes avec le doigt, les feuilles d'or des deux instruments tombent immédiatement.

» Mes expériences du 4 avril étaient faites avec des conducteurs froids quelconques, mais le corps incandescent était constamment du platine. Les résultats énoncés à ce moment sur le sens de la conductibilité ne se rapportent qu'à ce cas et doivent être complétés.

» En premier lieu, le corps incandescent peut être un corps quelconque. C'est ainsi que l'on décharge vivement un corps électrisé négativement en lui présentant un bâton de verre à la température du rouge (un fil métallique introduit dans l'axe du verre jusqu'à 1^{cm} ou 2^{cm} de l'extrémité rouge permet à l'électricité enlevée de s'écouler).

» En second lieu, le sens de la conductibilité varie avec la nature du corps incandescent. Voici quelques exemples :

» Des verres de lampes à gaz ont été recouverts de métaux porphyrisés ou d'oxydes métalliques. Ces enduits, portés au rouge sombre, ont produit une vive déperdition sur un conducteur froid électrisé distant de quelques centimètres. C'était tantôt une déperdition négative comme avec le platine, tantôt une déperdition positive (aluminium, oxydes de bismuth, de plomb, etc.), tantôt une double déperdition.

» Un tube de nickel remplaçant le verre d'une lampe à gaz peut décharger rapidement un conducteur positif sans agir sur un conducteur négatif. Dans certains cas, avec le même tube, au même degré de rouge, la déperdition négative peut l'emporter.

» Des effets analogues se produisent avec des tubes de cuivre rouge; ils ne dépendent pas seulement de la nature et de l'épaisseur de l'oxyde formé, l'état physique du métal sous-jacent (écrouissage, recuit, etc.) joue un rôle prédominant.

» Les expériences galvanométriques, en tout ce qui concerne les varia-

tions du sens de la conductibilité, ont confirmé les expériences électrostatiques. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur les effets physiologiques des courants alternatifs à variation sinusoïdale. Procédé pour les doser en Électrothérapie.* Note de M. **A. d'Arsonval**, présentée par M. Potier.

« Dans une Note précédente (23 mars 1891), j'ai indiqué à l'Académie une méthode générale permettant d'obtenir, par synthèse, la forme de l'onde électrique servant à exciter un tissu vivant. Cette courbe, que j'ai appelée *caractéristique de l'excitation*, détermine l'excitant électrique au point de vue physique et permet de se placer toujours dans les mêmes conditions. Les nombreuses expériences effectuées à l'aide de cette méthode m'ont conduit à formuler la loi suivante dans le cas le plus simple, celui de l'excitation unipolaire de M. Chauveau :

» *L'intensité de la réaction motrice ou sensitive est proportionnelle à la variation du potentiel au point excité*, en se plaçant dans les conditions normales de l'excitation unipolaire, telle que la pratiquent les physiologistes.

» Au point de vue de la pratique médicale, j'ai été conduit à étudier tout spécialement les excitations électriques produites par les courants alternatifs à variation sinusoïdale.

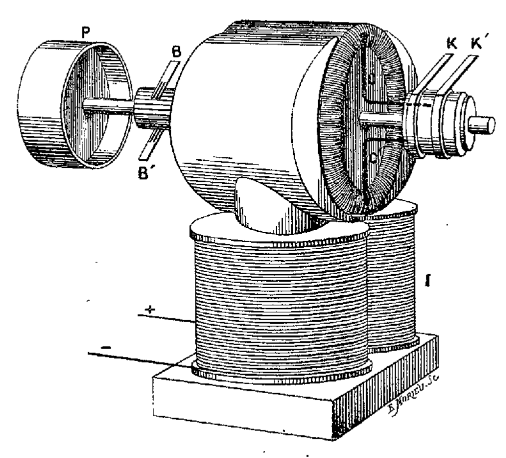
» Dans ce cas, l'onde électrique est définie par deux facteurs : 1° la fréquence, c'est-à-dire le nombre d'alternances par seconde; et 2° l'ordonnée maxima qui représentera pour nous la variation maxima du potentiel au point excité.

» Dans la pratique médicale, il est nécessaire de pouvoir faire varier ces deux facteurs d'une manière indépendante et d'en avoir la mesure à chaque instant. Le dispositif ci-dessous est destiné à résoudre pratiquement ce problème.

» Soit CC′ un anneau Gramme portant d'un côté de l'axe le collecteur ordinaire avec ses balais B, B′ et de l'autre côté deux bagues métalliques isolées, communiquant respectivement avec chaque moitié de l'anneau par deux prises de courant situées sur l'induit à 180°. L'anneau tourne dans un champ magnétique créé par un courant indépendant traversant l'inducteur I par les fils marqués + et —. Si l'on met l'anneau en mouvement par une force mécanique extérieure, on recueillera aux balais B, B′ un

courant continu et aux frotteurs K, K′ un courant alternatif à variations sinusoïdales.

» En plaçant sur l'axe de la machine un indicateur de vitesse, on connaît à chaque instant la fréquence du courant. Quant à la force électromotrice maxima, elle est donnée tout aussi simplement et d'une manière continue par un voltmètre ordinaire à courant continu, relié aux deux balais B, B′.



» On fait varier la fréquence en changeant la vitesse de rotation et la force électromotrice en modifiant le champ magnétique créé par l'électro. Dans le modèle construit sur mes indications par M. Gaiffe, l'inducteur est constitué par un aimant permanent qu'on approche plus ou moins des épanouissements polaires pour modifier le champ. Le voltmètre donne aussitôt la valeur de l'ordonnée maxima et l'indicateur de vitesse, la fréquence. Les deux éléments de la sinusoïde sont donc connus à chaque instant et l'opérateur leur donne la valeur qu'il désire. Je ferai remarquer qu'en amenant un courant continu, provenant d'une pile, par exemple, aux balais B, B′, on recueillera en KK′ un courant sinusoïdal. En mettant BB′ en communication avec un réseau à 110 volts continus, et en intercalant un rhéostat convenable, on recueillera en KK′ des courants sinusoïdaux dont le voltage pourra varier de 110 à 20 volts, par exemple, et avoir ainsi une installation très simple.

» Les courants alternatifs, à variation sinusoïdale, ont sur l'organisme plusieurs actions intéressantes dont j'ai fait une étude spéciale (¹) que je

---

(¹) Voir *Société de Biologie* et *Société d'Électrothérapie*, années 1890 et 1891.

résume brièvement dans cette Note. 1° En étalant la sinusoïde, on peut faire traverser l'organisme par des courants assez intenses, ne donnant ni douleur ni contraction musculaire, ni action chimique. Cette absence d'action physiologique n'est pourtant qu'apparente, car, si l'on analyse les gaz de la respiration, on constate que le passage de ce courant s'accompagne d'une augmentation dans l'absorption d'oxygène et dans l'élimination d'acide carbonique. 2° En augmentant la fréquence graduellement, on arrive à provoquer des contractions musculaires énergiques, mais qui sont infiniment moins douloureuses, à intensité égale, qu'en se servant d'une bobine d'induction. Cela tient à ce que les variations du courant se font d'une manière parfaitement régulière avec l'appareil que je viens de décrire. Dans ces conditions, les combustions respiratoires s'exagèrent considérablement et ces courants agissent puissamment pour modifier la nutrition. Un certain nombre d'électrothérapeutes, et notamment MM. Gautier et Larat, en appliquant à la clinique ces données physiologiques, ont obtenu des résultats très intéressants qu'ils ont signalés en partie à l'Académie. L'expérience ayant démontré le bénéfice que la thérapeutique peut tirer de l'électrisation sinusoïdale, le dispositif que j'indique aujourd'hui a pour but de produire et de doser facilement ce genre de courants. Dans une prochaine Note, j'exposerai à l'Académie quels sont les phénomènes physiologiques que l'on observe en augmentant de plus en plus soit la fréquence, soit le potentiel ou les deux à la fois. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'aluminium.* Note de M. **Balland.**

« Vers la fin de l'année dernière, MM. Lubbert et Roscher ont annoncé que l'aluminium était attaqué par le vin, l'eau-de-vie, le café, le thé, et, par suite, impropre à la confection des bidons de campagne ou d'autres récipients de même nature. La nouvelle, propagée par les journaux, arrivant au moment où de récents procédés de fabrication reposant sur l'emploi de l'électricité ont abaissé le prix de l'aluminium dans des proportions imprévues, a fait naître, pour l'avenir de ce métal, des craintes qui ont été partagées par l'administration centrale de la Guerre.

» J'ai entrepris de nombreuses expériences dans le but de contrôler les assertions des chimistes allemands et d'apporter de nouveaux faits à l'étude de l'aluminium. Le métal employé est de la tôle d'aluminium fabriquée en

France, telle qu'on la trouve dans le commerce; elle a une épaisseur de 1^{mm} et pèse $27^{gr},75$ par décimètre carré [1].

» Pour les essais, on a pris des lames de 5^{gr} mesurant 18^{cq} et présentant, par suite, en tenant compte de leur épaisseur, une surface très rapprochée de 38^{cq}. Ces lames, avant d'être mises à l'épreuve, ont été nettoyées avec tous les soins désirables, de même que les récipients dans lesquels on a opéré. Dans les pesées qui ont suivi, elles ont été préalablement frottées avec une brosse à ongles, lavées à grande eau et parfaitement essuyées.

» Il résulte de nos essais, poursuivis pendant plusieurs mois, que l'aluminium peut être employé avec avantage à la confection des ustensiles servant aux usages domestiques. L'air, l'eau, le vin, la bière, le cidre, le café, le lait, l'huile, le beurre, la graisse, etc., l'urine, la salive, la terre, etc., ont moins d'action sur lui que sur les métaux ordinaires (fer, cuivre, plomb, zinc, étain). Le vinaigre et le sel marin l'attaquent, il est vrai, mais dans des proportions qui ne sauraient compromettre son emploi. Il ne perd, en effet, dans le premier, après quatre mois, que $0^{gr},349$ par décimètre carré et $0^{gr},045$ seulement dans des solutions de sel à 5 pour 100.

» En mettant en regard de ces expériences les propriétés physiques de l'aluminium si bien observées par H. Sainte-Claire Deville, à qui revient sans contestation possible la gloire d'avoir inauguré la fabrication industrielle de ce métal, on reste convaincu avec l'illustre maître [2] que l'aluminium est appelé dans notre industrie à jouer un rôle important.

---

(1) Au cours de ces expériences a paru un travail de MM. Lunge et Schmid atténuant la portée des conclusions de MM. Lubbert et Roscher. MM. Lunge et Schmid ont étudié l'action des acides acétique, borique, butyrique, citrique, phénique, salicylique, tartrique; de l'eau-de-vie, du café, de la bière, du thé et du vin. Leurs expériences n'ont duré que six jours (*Moniteur scientifique de Quesneville*, avril 1892).

La tôle d'aluminium servant à nos essais contenait 3 pour 100 d'impuretés (fer et silicium). Ces impuretés, qu'il y aurait grand intérêt à faire disparaître, car elles favorisent l'attaque du métal, ont eu pour effet d'élever sensiblement le poids de la tôle : $27^{gr},75$ par décimètre carré au lieu de $26^{gr},67$ que l'on devrait obtenir avec l'aluminium pur.

(2) « Rien n'est plus difficile, a écrit H. Sainte-Claire Deville, que de faire admettre dans les usages de la vie et de faire entrer dans les habitudes des hommes une matière nouvelle, quelle que puisse être son utilité; mais j'ai tout espoir qu'un jour la place de l'aluminium se fera dans nos habitudes et dans nos besoins. » (*De l'Aluminium*, p. 140. Paris, Mallet-Bachelier; 1859.)

» C'est un métal, pour ainsi dire national, car la France est très riche en minerai d'aluminium (*bauxites*) et elle dispose de forces motrices naturelles capables de produire l'électricité dans les meilleures conditions possibles. Si l'on tient compte de sa légèreté extrême autant que de sa résistance aux agents atmosphériques, on comprend tout le profit que le Ministère de la Guerre, en particulier, peut en tirer pour le service des vivres (conservation des denrées en caisses étanches), des ambulances (ustensiles divers), de la télégraphie (fils conducteurs en aluminium), sans compter les objets multiples (galons, boutons, plaques de ceinturon, plaques d'identité, fourreaux de baïonnette, gamelles individuelles, etc.), qui, en allégeant la charge du soldat, permettraient à un moment donné d'augmenter sa réserve en cartouches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore sur les alcools de la série grasse* ([1]). Note de M. A. **Brochet**, présentée par M. P. Schützenberger.

« A la suite de recherches récentes de M. Étard ayant trait à l'action du brome sur les alcools, j'ai entrepris l'étude des dérivés chlorés du même ordre.

» I. *Alcool isobutylique*. — Lorsque l'on fait passer un courant de chlore sec dans ce liquide, il s'échauffe rapidement et peut être porté en quelques minutes à une température voisine de l'ébullition. Au bout de quelque temps, l'attaque se ralentit, le liquide se refroidit, il faut alors chauffer légèrement pour que la chloruration se continue. Il se dégage de grandes quantités d'acide chlorhydrique que l'on absorbe dans un flacon laveur; l'augmentation de poids de l'ensemble des appareils donne ainsi le poids du chlore entré en réaction. Après avoir fait passer pour une molécule d'alcool trois atomes de gaz, on arrête l'opération pour fractionner les produits. Malgré la quantité d'acide qui se dégage, l'isobutol ne s'éthérifie pas; il ne se forme pas de chlorure d'isobutyle; dans l'action du brome et de l'iode sur ce même produit on obtient au contraire de grandes quantités d'éthers correspondants.

» Dans ce travail, j'ai isolé au début une matière passant de 80° à 100°; au delà de cette température, de 170° à 250° environ, il distille des produits

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Étard, École de Physique et Chimie industrielles.

fort abondants dont l'étude n'est pas encore achevée; il existe dans cette portion au moins trois corps liquides difficiles à séparer et donnant facilement des goudrons.

» La portion 80°-100° soumise à un fractionnement spécial donne une substance unique qui a été caractérisée par son analyse et ses réactions comme aldéhyde monochlorisobutylique α. C'est un liquide d'une saveur piquante, puis amère, laissant une impression désagréable pendant un certain temps; son odeur rappelle celle du chloral anhydre sans toutefois provoquer le larmoiement.

Point d'ébullition................	90-91°
Densité.........................	$D_4^{15} = 1,086$

» Ce dérivé est bien une aldéhyde; il réduit la liqueur de Fehling, et le nitrate d'argent ammoniaco-potassique avec formation d'un miroir d'argent. Le bisulfite de sodium se combine aisément à froid en donnant un dérivé cristallisé duquel l'aldéhyde se régénère difficilement.

» Déjà, *a priori*, on pouvait donner à ce composé, dérivé de l'isobutol, la constitution suivante :

$$\begin{array}{c} COH \\ | \\ CH^3-C-Cl \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

» Cette constitution est nettement établie par l'oxydation qui a été effectuée au moyen du permanganate de potassium alcalin, ajouté en solution très étendue et froide jusqu'à coloration rose persistante; la réduction se fait immédiatement. Dans cette opération le chlore passe à l'état d'acide chlorhydrique, une portion de la matière se transforme en acide carbonique et acétone $CH^3.CO.CH^3$, que l'on recueille en distillant la solution filtrée; on peut ainsi la caractériser dans les premières eaux, par sa conversion en iodoforme, au moyen de l'iode et de l'ammoniaque, et la réduction du nitrate d'argent ammoniaco-potassique; une autre portion donne de l'acide oxyisobutyrique

$$(CH^3)^2 : C(OH).CO^2H,$$

que l'on sépare par l'éther après avoir acidulé par l'acide sulfurique : on obtient ainsi des cristaux hygroscopiques fondant à 78°.

» II. Les dérivés chlorés et bromés des aldéhydes de la série grasse sont en général fort mal connus au point de vue de leurs propriétés ; cer-

tains sont indiqués comme solides, d'autres comme liquides, enfin on a décrit des produits de polymérisation sans poids moléculaire fixe. Je me suis efforcé, sur la matière précédemment décrite, de préciser les conditions dans lesquelles les corps solides peuvent prendre naissance, soit par suite de cristallisation de l'aldéhyde suffisamment purifiée, soit par hydratation ou polymérisation.

» Le chlorisobutyral ne se congèle pas à $-20°$ et ne donne pas d'hydrate par refroidissement à cette même température; mais, après divers essais, je suis arrivé à polymériser régulièrement cette substance en l'agitant quelques instants avec son volume d'acide sulfurique concentré : le tout se prend en fines aiguilles en s'échauffant considérablement; on lave à l'eau pour éliminer l'acide, on presse entre des doubles de papier et l'on purifie le corps ainsi obtenu en utilisant la propriété qu'il possède d'être entraînable par la vapeur d'eau; on le débarrasse d'une légère odeur qu'il possède encore par dissolution dans l'acide acétique glacial, précipitation par l'eau et nouvel entraînement. On obtient ainsi de fines aiguilles absolument blanches, inodores et insipides; insolubles dans l'eau et se volatilisant facilement avec la vapeur de ce dernier liquide, déjà avant 100°, en tapissant les parois des appareils chauffés au bain-marie de longues aiguilles transparentes.

» Ce corps est le polymère triple de l'aldéhyde chlorisobutylique, il répond à la formule

$$[(CH^3)^2 : CCl.COH]^3,$$

comme le montre sa constante cryoscopique déterminée au moyen de l'acide acétique :

Acide employé..................	$46^{gr},7$
Substance......................	0,986
Abaissement....................	0°,25

$$\text{P. m.} = \frac{100 \times 38,6 \times 0,986}{46,6 \times 0,25} = 326.$$

» Théorie pour $C^{12}H^{21}Cl^3O^3$,

319,5.

» C'est donc bien la paraldéhyde chlorisobutylique α.

» Cette matière fond à 107°: elle commence à se sublimer vers 110° en fines lamelles de plus de 1^{cm} de long; si le produit renferme des traces d'humidité, on en voit déjà apparaître quelques-unes avant 100°. Elle

distille sans point fixe et sans résidu, en donnant une huile d'une odeur piquante réduisant bien la liqueur cupro-potassique et recristallisant au bout de quelques temps.

» Cette paraldéhyde chlorisobutylique est soluble dans l'éther, l'alcool, l'acide acétique, le benzène, etc. Sa solution éthérée donne par évaporation de beaux prismes clinorhombiques excessivement tendres et friables.

» Elle réduit le nitrate d'argent ammoniaco-potassique et la liqueur de Fehling nettement, mais beaucoup plus difficilement que le produit liquide; il faut opérer au bain-marie en tube à essai bouché, pour éviter la perte de la matière par volatilisation.

» Je finis cette étude de l'action du chlore sur l'isobutol en même temps que je la poursuis sur divers autres alcools de la série grasse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'asboline (pyrocatéchine et homopyrocatéchine).* Note de MM. **Béhal** et **Desvignes**, présentée par M. Friedel.

« La suie a été employée de tout temps pour les usages médicaux et préconisée successivement pour un grand nombre de maladies. Braconnot a préparé avec la suie un extrait qu'il considérait comme un corps défini renfermant de l'azote, auquel il donna le nom d'*asboline*. On l'obtient en faisant par décoction un extrait aqueux de la suie de bois. On traite celui-ci par l'acide chlorhydrique, on l'épuise par l'alcool; enfin on reprend le résidu de l'évaporation alcoolique par l'éther et on distille cet éther. Il reste un produit liquide ayant la consistance d'un sirop clair et possédant une teinte jaune plus ou moins foncée.

» D'après ce procédé d'extraction, on voit que cet extrait peut renfermer des acides soit à fonction simple, soit à fonction complexe, des phénols, des corps neutres solubles dans l'eau, mais ne peut renfermer que des bases dont les sels seraient solubles dans l'éther.

» Pour isoler les produits contenus dans le mélange, nous avons commencé par faire bouillir en solution alcoolique l'asboline avec le carbonate de plomb, de façon à éliminer les acides. Après refroidissement, nous avons décomposé le sel de plomb par l'acide sulfurique étendu, et nous avons pu caractériser l'acide acétique et l'acide butyrique : ces deux acides sont très peu abondants dans le mélange.

» La solution alcoolique distillée dans le vide, après avoir chassé l'alcool au bain-marie, laisse un corps qui passe à la distillation, surtout vers 154°

à 155°, sous 30^{mm} de pression ; une seconde portion passe à 158°-160, sous la même pression.

» Ces deux corps distillent à l'air libre, sans décomposition ; on les rectifie et l'on obtient un composé bouillant à 240°, sous 761^{mm}, cristallisant dans le récipient et fondant vers 104°.

» Ce corps donne, à l'analyse, les chiffres suivants :

		Calculé pour $C^6H^6O^2$.
C........................	65,22	65,45
H........................	5,79	5,45

» Il est soluble dans l'eau et, dissous dans l'alcool, il se colore en vert foncé par le perchlorure de fer ; la solution verte, additionnée d'eau, passe au violet par addition d'ammoniaque.

» Lorsqu'on dissout ce composé dans le chloroforme et qu'on met en présence de la solution une pastille de potasse caustique, on observe que celle-ci se colore en bleu, puis la coloration passe rapidement au brun.

» La solution aqueuse réduit, à chaud, la liqueur de Fehling.

» Tous ces caractères démontrent que l'on se trouve en présence de pyrocatéchine.

» Le second corps qui accompagne la pyrocatéchine bout à 251°-252°, sous 750^{mm}.

» Ce corps cristallise lentement par refroidissement. Il fond, ainsi préparé, à 46°. Il est très soluble dans l'eau et est même déliquescent ; l'alcool, l'acide acétique, le benzène le dissolvent facilement, mais il est à peu près insoluble dans l'éther de pétrole. Après l'avoir fait cristalliser dans un mélange d'éther de pétrole et de benzène, on obtient comme point de fusion 51° ([1]).

» L'analyse de ce corps a donné les chiffres suivants :

	I.	II.	Calculé pour $C^7H^8O^2$.
C pour 100...........	67,32	67,60	67,74
H »	7,64	6,43	6,45

([1]) Dans la première de nos expériences, l'asboline était constituée essentiellement par de l'homopyrocatéchine. Dans la seconde, au contraire, c'était la pyrocatéchine qui dominait.

» Il donne les mêmes réactions colorées que la pyrocatéchine avec les sels de fer, le chloroforme et la potasse.

» Ces réactions conduisent donc à le considérer comme une homopyrocatéchine.

» Des deux homopyrocatéchines que prévoit la théorie, on n'en connaît qu'une. C'est celle que l'on prépare par déméthylation du créosol (Muller, *Jahresb.*, 1864, p. 525), ou par la distillation sèche de l'acide homoprotocatéchique (Tiemann et Nagai, *Ber. d. deuts. chem. Gesellsch.*, t. X, p. 210), ou par le remplacement du groupe AzO^2 du métanitroparacréosol par un oxhydryle (Neville et Winther, *Ber. d. deuts.*, t. XV, p. 2983).

» Or l'homopyrocatéchine obtenue au moyen de ces divers procédés a été décrite comme liquide.

» Nous avons cru, néanmoins, que ce caractère n'était pas suffisant pour établir son isomérie avec le produit venant de la suie, et nous avons préparé, au moyen du créosol bouillant à 219° et pur, l'homopyrocatéchine, par l'action de l'acide iodhydrique gazeux, en opérant à la température de 160°.

» Le produit obtenu par un traitement approprié renfermait de la pyrocatéchine et de l'homopyrocatéchine, qui, séparée du premier de ces corps, n'a pas tardé à cristalliser, pour donner des cristaux fusibles à 46°, comme dans le cas précédent. Ces cristaux, très hygroscopiques, offrent à l'œil la même apparence que ceux obtenus avec l'asboline. Ils donnent les mêmes réactions colorées. Ils distillent à 251° sans décomposition.

» Ils sont, en un mot, identiques à l'homopyrocatéchine de l'asboline.

» C'est donc par erreur que l'on a considéré ce corps comme liquide.

» L'homopyrocatéchine est un corps solide, fusible à 51° et bouillant à 251°-252, sous 750^{mm}.

» Nous avons pensé que ces deux phénols, possédant deux oxhydryles en ortho, devaient pouvoir donner les réactions du pyrogallol vis-à-vis de l'albumine, de la gélatine et des alcaloïdes.

» La pyrocatéchine et l'homopyrocatéchine en solution aqueuse concentrée précipitent l'albumine de l'œuf.

» L'homopyrocatéchine, dans les mêmes conditions, précipite la gélatine. Le précipité est soluble à chaud et se reforme par refroidissement; la pyrocatéchine ne précipite pas la gélatine. La pyrocatéchine et l'homopyrocatéchine donnent, avec le sulfate neutre de quinine, des précipités colorés en jaune, qui cristallisent très bien dans l'alcool et fondent respectivement à 157° et 167°.

» Il semble résulter de ces dernières expériences que la propriété des corps à fonction phénolique de coaguler l'albumine et de précipiter les alcaloïdes est due en partie à la position des deux oxhydryles en ortho.

» Il est intéressant de remarquer que l'asboline, qui a été et est encore employée comme médicament contre la tuberculose, renferme les deux phénols qui, à l'état d'éther méthylique, constituent la créosote, la pyrocatéchine correspondant au gaïacol et l'homopyrocatéchine au créosol. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les cholestérines végétales*. Note de M. **Gérard**.

« J'ai extrait de la cholestérine d'un certain nombre de végétaux appartenant, les uns, aux Phanérogames, les autres, aux Cryptogames. J'ai pu me convaincre que les diverses substances ainsi isolées se rattachent aux deux groupes suivants :

» 1° Les cholestérines retirées des plantes phanérogames ayant tous les caractères physiques et chimiques de la *phytostérine de M. Hesse*.

» 2° Les cholestérines extraites des plantes cryptogames donnant les mêmes réactions que l'*ergostérine de M. Tanret*, réactions que l'on ne retrouve pas dans les produits appartenant au premier groupe.

» Je rappellerai la réaction différentielle indiquée par M. Tanret ([1]). Si l'on traite une petite quantité de phytostérine par l'acide sulfurique concentré, cette phytostérine se colore en rouge brun en se dissolvant incomplètement. Si l'on ajoute ensuite du chloroforme au mélange, ce dernier prend une coloration jaune qui vire bientôt au rouge sang et au violet. La cholestérine animale donne la même réaction. Au contraire, l'ergostérine se dissout complètement en présence de l'acide sulfurique concentré et le chloroforme, ajouté au mélange, reste incolore.

» J'ajouterai d'autres réactions qui limitent aussi nettement ces deux groupes : les cholestérines, traitées soit par l'anhydride acétique, soit par l'anhydride benzoïque, soit par l'anhydride phtalique et l'acide sulfurique concentré donnent des produits colorés qui, additionnés de chloroforme, sont bien différents suivant que l'on a affaire à une cholestérine des végétaux supérieurs, ou à une cholestérine des végétaux inférieurs. Je ne puis ici entrer dans le détail de ces expériences.

» De plus, les cholestérines des végétaux supérieurs ont les mêmes con-

([1]) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 5e série, t. XIX, p. 225.

stantes physiques que celles de la phytostérine, bien que les descriptions que certains auteurs en ont données les aient fait considérer par eux comme des corps isomériques ou même différents. Cette confusion provient de ce qu'ils n'ont pu obtenir des produits purs et que les uns ont pris le point de fusion et le pouvoir rotatoire de la substance seulement desséchée dans le vide, c'est-à-dire contenant une molécule d'eau, et que d'autres ont opéré sur la cholestérine desséchée à 100°, c'est-à-dire anhydre.

» Parmi les végétaux supérieurs, j'ai extrait de la cholestérine du *Lupin*, déjà décrite par plusieurs auteurs, du *Fenugrec*, des *semences de Datura* et de l'*huile d'olive*.

» Parmi les végétaux inférieurs, j'ai retiré de la cholestérine de l'*Æthalium septicum* (paracholestérine de Reinke) et du *Penicillium glaucum*, cultivé en grande quantité sur le liquide de M. Raulin.

» Je crois utile d'indiquer en deux mots la marche générale que j'ai suivie pour obtenir un produit pur. Les substances sont épuisées par l'éther sec, le résidu éthéré est purifié des matières grasses par saponification à la potasse en solution alcoolique. Le savon obtenu est desséché, puis épuisé à l'éther; par évaporation, celui-ci donne des cristaux aiguillés, qui sont de nouveau purifiés par saponification en présence d'un grand excès de potasse. Le tout est dissous dans l'eau et la solution *très alcaline* est agitée avec du chloroforme. L'extrait chloroformique est formé par des cristaux à peu près incolores, constitués par de la cholestérine, privée, il est vrai, de corps gras, mais mélangée de corps neutres (alcool d'une cire, carbures d'hydrogène solides, etc.). Pour les purifier, on transforme ces cristaux en éther benzoïque très peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble dans l'alcool bouillant. Des cristallisations successives dans l'alcool permettent d'avoir un produit d'un point de fusion constant. Enfin cet éther saponifié donne une cholestérine d'une pureté absolue.

» En opérant avec tous les soins que je viens d'indiquer, les cholestérines extraites des végétaux supérieurs (Lupin, Fenugrec, Datura, Olive) ont le même pouvoir rotatoire et le même point du fusion :

	Pouvoir rotatoire.	Point de fusion.
Substance desséchée à froid dans le vide.	$\alpha_0 = -34°,4$	132°-133°
Substance desséchée à 100°.............	$\alpha_0 = -36°,5$	135°

» Ces constantes physiques sont exactement celles que M. Hesse donne pour la phytostérine retirée des Fèves de Calabar et des Pois; toutes ces

substances présentent les mêmes réactions et, par suite, sont toutes identiques.

» Quant aux cholestérines retirées des végétaux inférieurs, elles présentent toutes, comme je l'ai dit plus haut, les réactions qui les différencient de la phytostérine et qui les rapprochent de l'ergostérine. Pour quelques-unes d'entre elles, le point de fusion et le pouvoir rotatoire sont variables.

	Pouvoir rotatoire.	Point de fusion.
Cholestérines du *Penicillium glaucum*, desséchée à 100°....................	$\alpha_D = -143°,3$	135°
Cholestérine de l'*Æthalium septicum*, desséchée à 100°....................	$\alpha_D = -28°$	134°,5

» Les chiffres donnés par M. Tanret pour son ergostérine sont, pour le point de fusion, de 154° et, pour le pouvoir rotatoire, $\alpha_D = -114°$. J'ai déjà montré ([1]) que le produit isolé d'un Champignon hyménomycèle était, en tous points, semblable à l'ergostérine, type des cholestérines des végétaux inférieurs. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la falsification de l'essence de santal.* Note de M. E. MESNARD. (Extrait.)

« En résumé, il est facile, par l'emploi de l'acide sulfurique ordinaire pur, de reconnaître si une essence de santal est pure ou si elle est mélangée avec une autre essence (cèdre, cubèbe, copahu, térébenthine). Dans le premier cas, le réactif donne un liquide visqueux qui devient pâteux et se transforme très rapidement en une masse solide adhérant fortement au verre. Cette masse est facile à reconnaître à sa couleur gris-bleu clair ou grisâtre et à l'aspect poussiéreux qu'elle prend en vieillissant. Dans le second cas, la masse résineuse ne se solidifie pas entièrement et conserve toujours une teinte foncée avec un éclat brillant très distinct. En versant sur un verre dépoli 2 à 3^{cgr} d'essence mélangés à une goutte d'acide sulfurique et en y appliquant l'extrémité aplatie d'une petite tige de verre suspendue verticalement au-dessous du plateau d'une balance, on peut mesurer l'adhérence de l'essence au verre et, à l'aide des nombres obtenus, non seulement démontrer l'existence d'un mélange, mais

---

([1]) GÉRARD, *Thèse*. Paris, 1891.

encore déterminer, avec une approximation suffisante, la proportion de l'essence qui a été ajoutée au santal pur. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur deux échantillons d'eaux des mers arctiques.* Note de M. J. THOULET.

« Les échantillons ont été recueillis en 1891, pendant une campagne dans les mers arctiques, par M. Ch. Rabot, qui a bien voulu m'en confier l'étude. Ils me sont parvenus en parfait état de conservation, dans des flacons bouchés à l'émeri. La densité a été prise à l'aide d'un aréomètre océanographique de précision; la filtration a été faite sur des rondelles de biscuit de porcelaine avec un appareil dont j'ai donné ailleurs la description. Le résidu desséché a été pesé, puis calciné et pesé de nouveau, enfin examiné et analysé au microscope.

» I. Recueilli à la surface le 29 juillet 1891, à 4^h du soir, entre la côte septentrionale d'Islande et l'île Jan-Mayen, par 68°33′ latitude nord et 12°55′ longitude nord-ouest de Paris; couleur de la mer, bleue; température de l'air, 6°; température de l'eau à la surface, 6,2.

Profondeur de la mer (Mohn)	2048^m environ
$S_4^{6,2}$ (*in situ*)	1,0261
$S_4^{15,3}$ (dans le laboratoire)	1,0245
$S_{17,5}^{17,5}$ (calculée)	1,0253
$Q_{17,5}^{17,5}$	33,1

» *Filtration.* — Moyenne de trois expériences ayant porté respectivement sur 3317, 2331 et 3758, soit en tout 9406^{cc}.

	mgr
Matières organiques en suspension (par litre)	0,97
Matières minérales » »	0,24
Total des matières en suspension »	1,21

» II. Recueillie à la surface le 15 août 1891, entre la côte orientale d'Islande et la Norvège par 62°7′ latitude nord et 1°43′ longitude nord-ouest de Paris; température de la mer à la surface, 12.

Profondeur de la mer (Mohn)	400^m environ
S_4^{12} (*in situ*)	1,0269
$S_4^{14,2}$ (dans le laboratoire)	1,0264
$S_{17,5}^{17,5}$ (calculée)	1,0269
$Q_{17,5}^{17,5}$	35,2

» *Filtration.* — Moyenne de trois expériences ayant porté respectivement sur 2583, 2203 et 1469, soit en tout 6255^{cc}.

			mgr
Matières organiques en suspension (par litre).....			2,14
Matières minérales	»	»	0,63
Total des matières	»	»	2,77

» La comparaison des résultats obtenus pour I et II se résume de la façon suivante.

» L'eau de I est à peu près aussi légère *in situ* que l'eau de II, ce qui explique l'égalité de vitesse constatée des courants dans les deux localités, et notablement plus légère en valeur absolue par suite du voisinage des glaces.

» L'eau de I est bien moins chargée de sédiments organiques et inorganiques que l'eau de II, sans doute à cause de l'absence de cours d'eau ayant lavé des terres couvertes de végétation. Il serait intéressant de savoir si l'eau des bancs de Terre-Neuve présente les mêmes caractères par rapport à des eaux récoltées au nord de l'île, vers l'entrée de la mer de Baffin. Dans le cas où il en serait ainsi, on aurait une nouvelle preuve de l'arrêt du courant de Cabot par le Gulf-Stream marchant dans une direction perpendiculaire, de l'existence des remous laissant précipiter les sédiments minéraux qui, joints à ceux apportés par les glaces côtières flottantes, constituent les bancs, et de l'accumulation, au contact des eaux froides, des substances organiques servant directement ou indirectement à la nourriture des nombreuses morues et autres poissons dont la présence locale serait ainsi expliquée.

» L'échantillon I contient du quartz en grains arrondis ($0,13 \times 0^{mm},09$) plus petits que les grains arrondis de II ($0,28 \times 0,24$), ce qui est attribuable à ce que les premiers proviennent des fines boues glaciaires des terres arctiques, et qu'en outre la profondeur de la mer, près de la Norvège, étant moindre, le mauvais temps a pu faire remonter à la surface des sédiments déposés sur le fond. La dimension moyenne des grains quartzeux anguleux, c'est-à-dire transportés par les courants, est de 0,02 dans I sur le trajet du courant arrivant du pôle, le long duquel ne se produit presque aucune érosion, et de 0,09 dans II. L'échantillon I avait en outre quelques rares parcelles de mica ($0,05 \times 0,02$) et de calcédoine; la fritte laissée par la calcination du filtre était attirable à l'aimant, et l'analyse microchimique y montrait la présence de la chaux, absente dans II. Ce dernier fait résulte de la constitution géologique des terres situées au-dessus du courant

polaire descendant, le Spitzberg où se trouvent des terrains siluriens, tandis que, près de la côte norvégienne, le Gulf-Stream, très affaibli par son long parcours, a perdu son calcaire en suspension, et la presqu'île scandinave, de nature cristalline, n'en a point fourni.

» La proportion des matières minérales en suspension dans les eaux est d'une importance considérable. J'ai démontré que, par suite de l'attraction exercée, indépendamment de toute action chimique, par un solide immergé, sur un corps dissous, les particules en suspension dans les fleuves se précipitent aussitôt que ceux-ci parviennent au contact de l'eau salée, et, d'autre part, que l'air pouvait jouer le rôle d'un corps dissous. Cette propriété contribue à soutenir ces poussières près de la surface de la mer. Ainsi que l'a prouvé M. J. Murray, les particules minérales siliceuses sont assimilées par les diatomées, transformées par elles en silice, et, lorsqu'elles sont tombées sur le fond après la mort de l'être vivant, elles apportent leur contingent de silice aux roches sédimentaires en formation sur le lit de l'Océan.

» Ces considérations, qu'un nombre trop restreint d'analyses ne permet d'énoncer qu'à l'état d'hypothèses et qui intéressent à un si haut degré la Géologie, montrent combien il importerait d'étudier les résidus de filtration d'eaux marines récoltées en divers points des océans. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles remarques sur la* pœcilogonie. Note de M. Alfred Giard.

« Il y a quelques mois, dans une Communication à l'Académie (*Comptes rendus* du 2 février 1891), j'ai fait connaître et désigné sous le nom de *pœcilogonie* la particularité que présentent certains animaux appartenant à une même espèce de suivre un développement ontogénique différent en divers points de leur habitat ou même dans une localité unique, mais dans des conditions éthologiques variées.

» La *pœcilogonie* est un phénomène d'ordre général qui mérite toute l'attention des biologistes. Il importe d'en faire ressortir l'importance, et je profite, pour cela, de l'occasion que vient m'offrir la découverte récente de deux cas nouveaux par les professeurs W.-K. Brooks et F.-H. Herrick [1].

[1] *The embryology and metamorphosis of the Macroura* (*Johns Hopkins University circulars*, vol. XI, n° 97. Baltimore, april 1892, pp. 67-68).

» Un Crustacé macroure, assez abondant sur la côte atlantique de l'Amérique du Nord, l'*Alpheus heterochelis*, présente trois modes de développement différents suivant les localités où on l'étudie. A Key-West (Floride), l'embryon sort de l'œuf comme la jeune écrevisse, avec tous les caractères de l'animal adulte; le développement est condensé (cœnogénétique), ainsi que l'avait constaté Packard. Aux îles Bahama, au contraire, l'*A. heterochelis* a une larve qui passe par cinq états différents avant de ressembler à l'adulte; le développement est dilaté (palingénétique). Enfin, à Beaufort (Caroline), la même espèce sort de l'œuf sous une forme assez semblable aux stades embryonnaires 2 et 3 des larves observées aux îles Bahama.

» Le second cas est encore plus curieux. Dans une même localité (New-Providence, aux Bahama), l'*Alpheus Saulcyi*, commensal de deux sortes d'éponges, l'une verte, l'autre brune, présente deux modes d'embryogénie différents suivant les conditions éthologiques. Les individus qui vivent dans l'éponge verte ont un grand nombre d'œufs très petits dont le développement est dilaté; ceux qui vivent dans l'éponge brune portent un petit nombre d'œufs très gros, d'où sortiront, par développement condensé, des larves plus rapprochées de l'état adulte.

» Le cas de l'*Alpheus Saulcyi* est donc tout à fait comparable à celui de *Palæmonetes varians* que nous avons fait connaître, Boas et moi [1], mais, comme les deux formes de l'*Alpheus* ont été observées dans une même localité, on peut en déduire que le facteur température n'entre pas directement en jeu sans la production des variétés *macrogenitor* et *microgenitor* de *Palæmonetes* [2].

» Il est inutile de faire remarquer que la pœcilogonie nous montre de la

---

(1) A. Giard, *De l'influence de l'éthologie de l'adulte sur l'ontogénie de* Palæmonetes varians (*Bulletin de la Société de Biologie*, 4 mai 1889, p. 326-328, et Boas, *Vidensk. Meddel. fra naturh. Foren. i Kjobenhavn*, 1889).

(2) Il serait intéressant de savoir jusqu'à quel point les variétés pœcilogoniques sont transmissibles par hérédité. Brooks paraît croire que chez *Alpheus Saulcyi* les individus parasites de l'éponge verte (var. *microgenitor*) sont nés de la variété de l'éponge brune (var. *macrogenitor*); qu'arrivés à une certaine taille ils ont émigré dans l'éponge verte et se sont adaptés à ce nouvel habitat. Cette opinion ne me paraît pas démontrée, bien que l'exemple de *Leptoclinum Lacazi* où les individus pœcilogoniques habitent le même cormus et celui de *Leptodora* dont nous parlons plus loin semblent venir l'appuyer. Dans le cas de *Palæmonetes*, la question pourrait être tranchée par l'expérience, et je regrette bien que l'installation insuffisante du laboratoire de Wimereux ne m'ait pas permis de la résoudre.

façon la plus nette, et avec la précision d'une expérience toute faite, par quels processus s'est opéré le passage de l'embryogénie dilatée à l'embryogénie condensée dans les genres très nombreux où ces deux formes de reproduction se rencontrent chez des espèces voisines.

» Au point de vue taxonomique, l'importance de la pœcilogonie est très grande également. Qu'une des variétés pœcilogoniques d'une même espèce vienne à présenter une modification, si légère soit-elle, de l'état adulte, les classificateurs ne manqueront pas d'en faire une espèce nouvelle. En raisonnant d'après les idées généralement acceptées aujourd'hui, on justifierait ainsi cette création : sans doute les deux formes sont très voisines à l'état adulte, mais les différences embryogéniques suffisent pour nécessiter une distinction spécifique. Et, en fait, une foule d'espèces entomologiques sont établies sur des considérations de cette nature (par exemple dans les genres *Deilephila, Cucullia,* etc.). Il ne sera pas toujours facile de distinguer si des espèces voisines sont issues de races pœcilogoniques ou si elles proviennent de formes convergentes à l'état adulte, mais ayant des larves originairement distinctes. Je crois cependant que, dans beaucoup de cas, l'expérience pourra résoudre la difficulté. Chez les espèces d'origine pœcilogonique, la différenciation des adultes portant sur des caractères quelconques et généralement indépendants du système génital, la fécondité des croisements sera le plus souvent conservée à un certain degré. Chez les espèces convergentes, au contraire, la différenciation spécifique étant établie depuis longtemps et bien antérieurement à la convergence, les croisements seront stériles et souvent même impossibles. J'ai constaté, par exemple, que les diverses espèces de *Typhlocyba* de la section de *T. rosæ,* si merveilleusement convergentes qu'on les distingue difficilement même à la loupe, sont dans un état d'amixie forcée, l'appareil copulateur présentant des différences énormes chez des formes qui paraissent identiques et qui vivent souvent côte à côte sans jamais se croiser (*T. rosæ, T. hippocastani, T. Douglasi,* etc.). La comparaison des formes pœcilogoniques et des formes convergentes nous explique ainsi dans une certaine mesure les différences qui existent au point de vue de la fécondité des croisements des diverses espèces à l'état sauvage, différences qui ont vivement et à juste titre préoccupé Darwin et Romanes.

» J'ai montré ailleurs que le développement dimorphe de *Leptodora hyalina* et de certains *Syncorynes,* souvent désigné sous le nom vague et confus de *génération alternante,* est, en réalité, un cas de *pœcilogonie saisonnière,* se rattachant facilement aux exemples de *pœcilogonie géographique*

et de *pœcilogonie éthologique* que nous avons cités. Le dimorphisme saisonnier de quelques Lépidoptères, Diptères, etc., n'est qu'un cas limite de *pœcilogonie saisonnière*.

» Lorsque la condensation embryogénique est poussée plus loin, elle aboutit à des phénomènes de progénèse qui viennent encore compliquer la pœcilogonie, soit éthologique (cas de l'Axolotl), soit saisonnière (cas des Cténophores signalé par Chun). Enfin la parthénogénèse obligatoire, qui n'est, comme je l'ai fait voir (¹), que le résultat de la condensation embryogénique étendue aux premiers phénomènes de l'ovogénie, peut aussi s'ajouter à la pœcilogonie. Les phénomènes connus sous le nom d'*hétérogonie* chez les Trématodes, les Aphidiens, les Cynipides, etc., le développement pœdogénétique des Cécidomyes et des *Chironomus* ne sont que des cas de pœcilogonie éthogique ou saisonnière compliqués de parthénogénèse. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Sporozoaire parasite des muscles des Crustacés décapodes.* Note de MM. **F. Henneguy** et **P. Thélohan**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les Palémons (*Palæmon rectirostris* Zadd.), qui vivent dans les marais salants du Croisic, présentent chaque année, en été, un assez grand nombre d'individus infestés par un parasite appartenant au groupe des Sporozoaires, et que l'un de nous a fait connaître en 1888 (²). Ces individus se distinguent à première vue par leur opacité; ils sont d'un blanc crayeux caractéristique, tandis que les Palémons normaux sont, à l'état vivant, d'une transparence parfaite. Cette opacité est due à la présence dans les faisceaux musculaires d'un nombre considérable de petites masses granuleuses. Chacune de ces masses représente une petite vésicule de 10 μ de diamètre, entourée d'une membrane très mince et renfermant huit corpuscules réfringents.

» Ceux-ci, légèrement piriformes, mesurent 3 à 4 μ dans leur plus grand diamètre. Leur partie la plus renflée contient une vacuole claire qui oc-

(¹) Giard, *Sur les globules polaires*, etc. (*Bull. scientifique*, t. XXII, p. 220; 1890).

(²) Henneguy, *Note sur un parasite des muscles du* Palæmon rectirostris (*Mémoires publiés par la Société Philomathique à l'occasion du Centenaire de sa fondation*, 1888).

cupe plus de la moitié du corpuscule; la petite extrémité est constituée par une substance réfringente.

» Ces corpuscules, par leur aspect, rappellent ceux de la Pébrine et les spores de certaines Myxosporidies, telles que celles des Gobies et de l'Épinoche. Leur siège exclusif dans les fibres musculaires des Palémons infestés nous avait conduit à ranger ces productions parasitaires parmi les Sarcosporidies, tout en les considérant comme une forme de passage entre celles-ci d'une part et, d'autre part, les Microsporidies et les Myxosporidies.

» Malheureusement, tous les Palémons que nous avions examinés présentaient le parasite arrivé au terme de son évolution, à l'état sporifère, et nous n'avions aucune notion sur son mode de développement.

» Garbini ([1]), en 1891, a trouvé dans les muscles de *Palæmonetes varians* Hell. récoltés dans les environs de Vérone, un Sporozoaire très voisin de celui de *Palæmon rectirostris;* il se présentait sous forme de vésicules allongées en fuseaux contenant huit spores piriformes. L'auteur n'a pu observer les premiers stades du développement de ce parasite qu'il regarde comme une Sarcosporidie.

» A la même époque, l'un de nous ([2]) signalait l'existence de parasites dans les muscles du *Callionymus lyra* L. et du *Cottus scorpius* L., et attirait l'attention sur les rapports que présentaient ces organismes avec le parasite du Palémon et celui découvert par Gluge chez l'Épinoche, pour lequel il proposait le nom de *Glugea microspora*. En continuant l'étude de ces Sporozoaires, il a pu constater dans les spores de la *Glugea* l'existence d'une capsule à filament spiral ([3]), élément qui caractérise, comme on le sait, les spores des Myxosporidies.

» Depuis, il a pu faire la même observation relativement aux spores du parasite des muscles du *Cottus*.

» Il était dès lors à présumer que le parasite des muscles des Palémons présentait également ce caractère et devait également être classé parmi les *Myxosporidies*. Une observation toute récente est venue confirmer cette

---

([1]) Garbini, *Contributo alla conoscenza dei Sarcosporidi* (*Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, vol. II, février 1891).

([2]) Thélohan, *Sur deux Sporozoaires nouveaux parasites des muscles des Poissons* (*Comptes rendus*, janvier 1891).

([3]) Thélohan, *Note sur la* Glugea microspora (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 30 janvier 1892).

hypothèse et nous a permis d'étudier le développement des spores. Grâce à l'obligeance de M. le professeur Giard, nous avons pu examiner un *Crangon vulgaris* Fabr., provenant de Boulogne, et qui présentait l'aspect crayeux déjà signalé à propos des Palémons infestés.

» A l'examen microscopique, nous avons trouvé tous les muscles envahis par un parasite d'aspect identique à celui du Palémon, dont il ne diffère que par ses dimensions un peu plus considérables, les spores mesurant 5 à 6 μ, au lieu de 3 à 4.

» Ces spores sont également, ici, groupées par huit dans une vésicule à parois très minces. Elles sont piriformes, possèdent une enveloppe résistante à la potasse, et leur grosse extrémité est occupée par une vacuole claire, comme dans celles du parasite du Palémon, du Cotte, etc.

» En les traitant par l'acide chlorhydrique ou par l'acide nitrique, nous avons pu constater la sortie d'un filament au niveau de la petite extrémité. Cette sortie est toutefois très difficile à provoquer, et nous ne l'avons observée qu'un très petit nombre de fois, malgré des efforts répétés.

» Outre les vésicules contenant huit spores et qui représentent le terme ultime de l'évolution du parasite, nous avons rencontré toute une série d'états plus jeunes, qui nous a permis de suivre le développement des spores et de combler ainsi la lacune qui existait dans l'histoire du parasite du Palémon.

» Ici, en effet, à côté des spores mûres, nous avons observé de petites sphères plasmiques munies d'un noyau. Ces petits éléments s'entourent d'une mince enveloppe d'une substance hyaline, résistant à l'action de la potasse. Ils mesurent de 12 à 14 μ. On voit bientôt le noyau perdre sa membrane et affecter la disposition connue sous le nom de *peloton chromatique*. On assiste ensuite à la formation d'une plaque équatoriale, à son dédoublement, etc. Il s'agit donc bien là d'une division par karyokinèse. Nous n'avons pas réussi à voir nettement les filaments achromatiques, probablement à cause des petites dimensions des éléments. La division indirecte du noyau chez les Myxosporidies a, d'ailleurs, été déjà signalée par l'un de nous ([1]).

» Après la division du noyau, le plasma ne tarde pas à se diviser à son tour et dans l'enveloppe on observe deux petites masses nucléées. Les mêmes phénomènes de division se répètent et, par bipartitions succes-

([1]) Thélohan, *Recherches sur le développement des spores chez les Myxosporidies* (*Comptes rendus*, novembre 1890).

sives, on arrive à avoir dans l'enveloppe huit petites masses munies d'un noyau, aux dépens de chacune desquelles va se former une spore.

» La formation de celle-ci est impossible à suivre en détail à cause de ses petites dimensions.

» En résumé, l'organisme que nous avons observé chez le Crangon doit être rangé parmi les Myxosporidies, puisque les spores renferment un filament déroulable.

» Il est intéressant par son habitat, car la présence de Myxosporidies n'avait encore été signalée parmi les Arthropodes que chez la *Tortrix viridana* L., par M. le professeur Balbiani.

» Ce parasite est très voisin de la *Glugea* et des parasites du Cotte et du Callionyme : il en diffère par le nombre constant (8) des spores qui se développent dans chaque vésicule mère.

» Il nous a permis de confirmer les observations de l'un de nous relatives à la karyokinèse chez les Myxosporidies.

» Enfin, ses rapports avec le parasite du Palémon sont tellement étroits que l'on peut, croyons-nous, étendre à ce dernier les résultats de nos observations [1] ».

ZOOLOGIE. — *Les premières phases du développement de certains vers Nématodes.* Note de M. **Léon Jammes**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« J'ai étudié le développement d'un *Oxyure* que je rapporte à l'*O. longicollis* Schn., et qui vit en parasite dans l'intestin (*cœcum*) de la *Testudo nemoralis* Aldr. Les embryons de cet *Oxyure* sont nombreux dans les poches incubatrices des générateurs et atteignent, avant de quitter les voies sexuelles, un état très avancé d'organisation. Ces deux faits rendent assez accessible l'observation des divers aspects embryonnaires et m'ont permis d'établir, d'une façon à peu près complète, la série de leurs transformations.

» L'œuf est enfermé dans une coque ovalaire que l'embryon ne quitte qu'à un état très voisin de l'âge adulte; la plupart des embryons que j'ai observés n'avaient pas encore abandonné cet appareil protecteur.

» La segmentation est totale et égale. D'abord globuleux, l'œuf se divise en deux cellules semblables; la scission agit pareillement sur ces deux

[1] Travail du laboratoire de M. le professeur Balbiani, au Collège de France.

blastomères et détermine d'abord la formation d'une *morule* régulière, à peu près sphérique, et composée de 30 à 40 éléments environ. La morule continue à s'accroître, mais, à partir de ce moment, elle montre une tendance manifeste à perdre son aspect globuleux pour revêtir une forme de plus en plus allongée. Lorsque ce changement commence à apparaître, on observe souvent, sur l'une des extrémités allongées de la *morule*, un petit groupe de cellules (deux et quelquefois quatre) qui se distinguent des autres par leur volume un peu plus grand et surtout par leur position exclusive à l'une des extrémités de l'embryon. Il existe toutefois, dans la morule, d'autres cellules aussi volumineuses que celles-là, et, en outre, dans les phases suivantes, ces cellules perdent tous leurs caractères distinctifs et se confondent avec les autres dans la masse commune. On doit donc considérer ces éléments comme retardataires dans la segmentation et non pas comme chargés de remplir un rôle génétique spécial.

» Cette prolifération aboutit à la formation d'un corps dont l'aspect est cylindro-conique. L'extrémité, qui correspond à la base, deviendra la région buccale; l'autre extrémité, amincie, correspond à la queue. Ce corps est une *Planule*, dans laquelle on distingue une assise superficielle de cellules cubiques et une masse cellulaire compacte sous-jacente. L'assise périphérique représente l'*ectoderme* et la masse sous-jacente le *mésendoderme*.

» Le fait le plus important de cette embryogénie est la division du *mésendoderme* en *mésoderme* et *endoderme* définitifs. Cette division est le résultat d'un clivage circulaire qui se produit au sein de ce *mésendoderme*. Le clivage divise sa masse en deux portions : l'une centrale, ayant la forme d'un cylindre plein, dirigé d'avant en arrière, suivant le grand axe de l'animal; l'autre tubulaire, contenant à son intérieur le cylindre cellulaire central, et revêtue extérieurement par l'assise cellulaire ectodermique. D'ordinaire, ce clivage apparaît tout d'abord dans la région moyenne du corps, et gagne de proche en proche les extrémités. L'espace vide circulaire, qui apparaît au sein du *mésendoderme*, a pour effet de le diviser en deux portions désormais distinctes l'une de l'autre : la première adhérente à la face interne de l'*ectoderme*, c'est le *mésoderme définitif;* la seconde, centrale, qui est l'*endoderme définitif*. L'espace vide s'accroît lui-même et devient la *cavité générale*.

» L'*endoderme définitif* est, à son début, constitué par un cylindre à section circulaire, à peu près régulier dans toute sa longueur; toutefois, on ne tarde pas à voir apparaître, suivant son axe, une lumière capillaire qui

deviendra plus tard la *cavité digestive*. La paroi intestinale est alors formée par une seule assise cellulaire. Le tube digestif se renfle, en outre, dans la partie antérieure de l'embryon, en une sphère qui deviendra le *bulbe stomacal* de l'adulte. A ce moment, la paroi de l'œsophage est représentée par trois ou quatre assises de cellules; cet organe n'a pas encore acquis toute sa longueur. Plus tard, le tube endodermique se met en relation par ses deux bouts avec l'*ectoderme* pour former, aux extrémités de l'animal, une *bouche* et un *anus*.

» Le *mésoderme définitif* est représenté par une seule couche cellulaire adhérant à l'*ectoderme*. Toutefois, dans la région moyenne du corps, en arrière de la partie endodermique qui se renfle en bulbe stomacal, les assises mésodermiques sont au nombre de *deux*. Elles constituent alors des groupes cellulaires relativement volumineux, précisément dans la région où vont se développer les glandes sexuelles. Il n'existe aucun revêtement mésodermique à la surface de l'intestin et cette absence concorde avec celle d'un feuillet viscéral du mésoderme embryonnaire.

» Ce développement, qui ne comporte aucune phase gastrulaire réelle, est, par suite, bien différent de celui qui a été décrit jusqu'ici par la plupart des auteurs comme existant chez les Nématodes. »

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'histoire de l'ambre gris*. Note de **M. S. Jourdain**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Il y a une vingtaine d'années, j'eus l'occasion d'examiner des échantillons d'ambre gris, de provenance authentique, qui me furent remis par un négociant du Havre.

» L'examen microscopique et chimique de ce produit m'amena à le considérer comme étant d'une nature analogue à celle des calculs intestinaux. Mais, ce qui frappa surtout mon attention, ce fut la présence d'un grand nombre de mâchoires de Céphalopodes entières et fragmentées. Je pensai de suite qu'il pourrait y avoir une relation de cause à effet entre cette particularité et l'existence de la matière odorante qui fait rechercher l'ambre gris.

» Je supposai donc que le parfum provenait, non du Cétacé, mais des Céphalopodes qu'il avale en grande quantité. On sait, en effet, que plusieurs de ces Mollusques exhalent une odeur très prononcée, qui se conserve après la mort et même la dessiccation de l'animal. Les anciens connaissaient

divers Céphalopodes odorants, que l'on utilisait dans la parfumerie, en leur attribuant les propriétés que nous reconnaissons à l'ambre gris.

» On peut admettre que, par son mélange avec les produits biliaires, le parfum céphalopodique se modifie de manière à agir sur notre odorat comme le fait l'ambre gris.

» Le pigment mélanique, qui était assez abondant dans les échantillons examinés, me paraît provenir également des Céphalopodes ingérés, qui en renferment une très grande quantité. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la Brunissure, maladie de la Vigne causée par le* Plasmodiophora Vitis. Note de MM. **P. Viala** et **C. Sauvageau**, présentée par M. P. Duchartre.

« Dès 1882, on a observé, dans les vignobles méridionaux, une maladie des feuilles de la Vigne que l'on a désignée plus tard sous le nom de *Brunissure*. Nous avons constaté cette affection dans l'Aude, la Haute-Garonne, la Loire-Inférieure, les Charentes, le Maine-et-Loire, la Côte-d'Or, le Gard, l'Hérault, et aux environs de Paris. Nous avons reçu d'Ismaïl (Bessarabie-Russie) des feuilles attaquées par cette maladie, et l'un de nous l'a retrouvée aux États-Unis, dans le Maryland, les Carolines, la Virginie et le Texas.

Depuis 1882, la *Brunissure* s'est développée en France d'une façon fort irrégulière; elle a pris le caractère de maladie grave seulement en 1889 et 1890, dans l'Aude et surtout aux environs de Montpellier et de Béziers. Certaines parcelles de vignes, des terrains bas et humides aussi bien que des coteaux secs, avaient perdu la plus grande partie de leurs feuilles par le seul effet de cette maladie et malgré les traitements aux sels de cuivre donnés contre le Mildiou; les raisins n'avaient pas mûri; ils étaient petits, vert-rougeâtres et, dans quelques cas, ridés et desséchés. La perte pouvait être estimée au tiers ou aux deux tiers de la récolte; le vin produit par ces fruits mal mûris fut sans valeur.

» Chaque année, la *Brunissure* est disséminée soit d'une façon générale dans quelques parcelles de vignes, soit seulement sur quelques feuilles ou sur quelques souches d'un même vignoble. C'est au mois d'août, septembre et octobre qu'elle se développe avec le plus d'intensité; généralement, on ne commence à l'observer qu'en juillet.

» La Brunissure n'attaque que les feuilles; les premières lésions se présentent, sur

leur face supérieure, comme des taches irrégulièrement carrées ou étoilées, de quelques millimètres, d'une couleur brun clair, et bien délimitées sur leurs bords; elles sont groupées entre les nervures. Ces taches s'agrandissent, forment peu à peu de larges plaques brunes qui s'étendent de plus en plus, et bientôt la couleur verte normale des feuilles saines n'existe plus qu'au pourtour du limbe et le long des nervures; la teinte brune est surtout accusée dans la région du pétiole. A ce moment, l'altération de la face supérieure ne se manifeste par aucune lésion sur la face inférieure, qui paraît encore absolument saine.

» Aux dernières périodes du développement de la maladie, la face supérieure prend une teinte foncée brun grisâtre et terne; les nervures jaunes sont marquées de brun de loin en loin, signe de leur altération partielle. Le limbe présente alors, sur les deux faces et entre les nervures, des taches d'un brun acajou, comme celles qui résultent de la brûlure. Rien ne montre extérieurement quelle peut être la cause de la maladie. L'arrêt dans le développement et la maturité des fruits, l'aspect souffreteux et languissant des souches sont le résultat indirect de l'altération des feuilles.

» Nos recherches nous ont permis d'affirmer et de préciser la nature parasitaire de la Brunissure.

» Nous n'avons pu suivre le développement complet du parasite, car, jusqu'à ce jour, nous avons dû nous limiter à étudier la maladie sur des feuilles séchées depuis deux et trois ans; son étude, dans ces conditions, est très délicate, et nous donnerons dans un Mémoire ultérieur la technique dont nous nous sommes servis.

» Le parasite de la Brunissure est un Champignon Myxomycète; il se rapproche de celui que M. Woronine a reconnu être la cause de la grave maladie de la *Hernie du chou*, et qu'il a décrit sous le nom de *Plasmodiophora Brassicæ*. Mais le Champignon de la Brunissure ne détermine pas la déformation des parties attaquées; il envahit les cellules des feuilles, se substitue à leur contenu, sans les déformer; nous le classons provisoirement dans le genre *Plasmodiophora*, sous le nom de *Pl. Vitis*.

» Pendant les premières phases de la maladie, le parasite se développe surtout dans les cellules en palissade; il envahit plus tard les éléments du tissu lacuneux, mais n'existe que très rarement dans l'épiderme; son plasmode, dans les jeunes lésions, est difficile à distinguer du contenu cellulaire; puis, en se nourrissant aux dépens de l'amidon et du protoplasme de la cellule, il finit par envahir la cellule tout entière. Tous les points de la feuille qui ont pris la couleur brune sont attaqués.

» Le plasmode affecte dans les cellules des formes très diverses: tantôt il se substitue entièrement au contenu, est assez dense, un peu sombre, granuleux, mais, à un fort grossissement, ces granulations se résolvent en vacuoles; tantôt il tapisse seulement les parois cellulaires d'une couche qui, à un fort grossissement, se montre comme un réseau à mailles plus ou moins régulières.

» Dans d'autres cellules, il présente seulement des plages plus larges, vacuolaires,

reliées les unes aux autres par de fins tractus protoplasmiques; ces plages et ces tractus peuvent d'ailleurs communiquer d'une cellule à l'autre. D'autres fois encore, la masse du plasmode, dans chaque cellule, renferme un grand nombre de vacuoles très proches l'une de l'autre, assez régulièrement sphériques et réfringentes; on la dirait composée d'une association de globules. Il n'est pas rare non plus que le plasmode très finement vacuolaire se condense dans une région de la cellule, le plus souvent vers le sommet ou vers la base, en une masse irrégulière dont le pourtour est hyalin et le centre grumeux. Quelle que soit la figure prise par le parasite, les membranes cellulaires de l'hôte ne sont pas déformées.

» Dans bien des cas enfin, surtout dans les lésions les plus avancées, le plasmode se fragmente, dans chaque cellule, en masses assez régulièrement sphériques, de nombre et de dimensions variables, isolées et indépendantes les unes des autres. Parmi ces sphères, les unes sont complètement homogènes, denses, réfringentes, ont l'apparence d'une gouttelette d'huile, mais possèdent les réactions du protoplasme; d'autres sont pourvues au centre d'une large vacuole; d'autres enfin sont très finement vacuolaires, et constituées par une sorte de réseau protoplasmique. On trouve toutes les formes de passage entre ces différents états. Quoique les sphérules homogènes soient privées de membrane, on serait tenté de les comparer à des kystes, qui joueraient peut-être un rôle dans la dissémination du parasite.

» Bien que nous ayons fait un nombre considérable de coupes dans les feuilles malades, nous n'avons pas réussi à observer des spores; d'après M. Woronine, elles se forment cependant facilement dans le cas de la Hernie du Chou.

» Comme nous l'avons dit, nous avons observé la Brunissure sur des Vignes traitées aux sels de cuivre; il ne faudrait cependant pas en conclure que les sels de cuivre ne seront d'aucune efficacité contre elle. Il est certainement impossible de détruire le parasite quand il est dans les cellules dont il digère le contenu, mais l'étude du développement complet du *Plasmodiophora Vitis* que nous comptons suivre pourra amener à préciser le traitement préventif de la Brunissure. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la sécrétion de l'oxygène dans la vessie natatoire des Poissons*. Note de M. **Chr. Bohr**.

« 1° Les expériences de M. Moreau nous ont fait connaître toute une série de conditions d'où dépend la sécrétion de l'oxygène dans la vessie natatoire, et nous ont donné des éclaircissements sur la portée de l'observation faite d'abord par Biot, savoir que la vessie natatoire des Poissons bathyphiles est souvent remplie d'un gaz dont la composition le rapproche de l'oxygène pur. En expérimentant d'après ces questions, durant l'automne de 1891, j'ai pu constater pleinement, sur le *Gadus callaris*, les

résultats de M. Moreau, tant par rapport à l'influence que la profondeur, à laquelle ce Poisson vit dans la mer, exerce sur la richesse en oxygène de l'air de la vessie natatoire, que relativement aux conséquences d'une ponction vésicale. J'ai pratiqué un total de trente-deux ponctions de ce genre sur vingt-trois spécimens différents du *Gadus callaris* et, *dans tous les cas,* observé qu'un fort accroissement se produisait, au bout de douze heures au plus, dans la teneur pour 100 en oxygène contenu dans l'air de la vessie natatoire, cet air en arrivant de la sorte à contenir jusqu'à 80 pour 100 d'oxygène. Dans une série de cas, j'ai pu également prouver que, au bout de douze heures, la quantité absolue d'air contenue dans la vessie natatoire était réintégrée. C'est donc là une nouvelle confirmation de l'opinion de M. Moreau, que la formation de l'oxygène dans la vessie natatoire est due à une sécrétion spécifique.

» 2° Mes expériences m'ont en outre montré que cette sécrétion d'oxygène s'*arrête complètement*, aussitôt qu'on résèque les *rami intestinales nervi vagi*, opération qui, sur le Poisson dont je me suis servi, se laisse effectuer aisément, sans que les parties molles souffrent de lésion notable. Après la résection de ce nerf, la ponction de la vessie natatoire ne cause plus d'accroissement dans la quantité d'oxygène que contient l'organe en question, et si cette ponction a vidé la vessie, il cesse de s'y produire aucun gaz, en sorte qu'à l'autopsie on trouve la vessie entièrement vide et aplatie. C'est ce que j'ai constaté sans exception dans dix-sept ponctions entreprises sur douze Poissons chez qui le nerf sus-mentionné avait été coupé. Pour surcroît de sûreté, j'ai, en outre, essayé sur deux Poissons une opération préparatoire tout à fait identique à la résection des *rami intestinales,* à cela près que, laissant intacts ces nerfs-là, j'ai réséqué à leur place les *rami cardiaci nervi vagi*. Dans les deux cas, la ponction a été, comme d'ordinaire, suivie de la production d'un gaz singulièrement riche en oxygène dans la vessie natatoire. L'*intégrité des* rami intestinales nervi vagi *est donc une condition nécessaire pour la sécrétion de l'oxygène dans la vessie natatoire*.

» 3° Partant du fait qu'un gaz très riche en oxygène reste longtemps dans une vessie natatoire, où une seule ponction en a suscité la sécrétion, j'ai cherché les conditions de la diffusion de l'oxygène à travers les parois de la vessie natatoire se trouvant hors de l'organisme. A cet effet, je me suis servi de la vessie natatoire d'un *Esox lucius,* je l'ai remplie d'air atmosphérique et alors je l'ai environnée d'oxygène pur à la pression de 760^{mm} environ. Il s'est montré que, si l'on emploie la vessie aussitôt après son abla-

tion, et qu'on la manie avec précaution, trois heures peuvent s'écouler sans que l'on constate la pénétration d'aucun oxygène dans la vessie, bien que les tensions respectives de l'oxygène, sur la face externe et sur la face interne, présentent une différence d'environ 600^{mm}. Si, au contraire, on désagrège l'épithélium, par exemple, en le traitant, durant plusieurs heures, par l'eau distillée, cet état de choses fait qu'au bout de trois heures la proportion de l'oxygène contenu dans la vessie s'accroît de quelques unités pour 100 : si maintenant l'on sèche à l'air cette vessie natatoire et qu'après l'avoir humectée d'eau on la soumette à une expérience tout à fait analogue à la précédente, la teneur en oxygène s'accroît de 6 pour 100 en trois heures.

» A l'état normal, les vessies natatoires semblent donc imperméables à l'oxygène en dedans des limites explorées; la diffusion ne commence que quand l'épithélium est endommagé.

» Les expériences des paragraphes 1° et 2° ont été faites à la Station biologique danoise, dont le directeur, M. le Dr *J.-G. Petersen*, voudra bien recevoir mes meilleurs remerciements pour sa complaisance : si je n'avais pu disposer des excellents *tanks* installés dans cette Station, je n'aurais pu entreprendre ces expériences, qui exigent que le Poisson dont on se sert vive dans des conditions tout à fait normales. »

PHYSIOLOGIE. — *Action physiologique des climats de montagne.* Note de M. Viault, présentée par M. Arm. Gautier.

« Je viens soumettre à l'Académie les résultats des recherches que j'ai exécutées au mois d'octobre 1890, à l'Observatoire du Pic du Midi, et qui confirment en tout point les résultats obtenus par moi sur les hauts plateaux des Andes.

» L'Observatoire du Pic du Midi est situé à l'altitude de 2877^{m} (à très peu près l'altitude de Quito). J'avais envoyé à son regretté directeur, M. l'ingénieur Vaussenat, quinze jours avant d'y monter moi-même avec mes appareils, un certain nombre de chiens, lapins, cobayes et poules, qui s'y sont parfaitement acclimatés. Avant leur départ de Bordeaux, j'avais analysé le sang de tous ces animaux, au point de vue du nombre des globules, de la capacité respiratoire, c'est-à-dire de la quantité d'hémoglobine et, en ce qui concerne les chiens, de l'analyse des gaz du sang.

» Voici les résultats fournis par la numération des globules :

	A Bordeaux.	Au Pic du Midi.	
	Par mmc.	Par mmc.	
Lapine adulte	4520000	6440000	
Lapin jeune......	5370000	7460000	
Cobaye..........	4600000	5200000	
Coq.............	2760000	3660000	(en cage)
Poule	2800000	3760000	(en cage)
Caille............	3490000	3740000	
Coq du Pic.......	»	3800000	(libre depuis 6 mois au Pic)

» Le sang de ces animaux contenait un nombre prodigieux de petits globules en voie de formation dont les uns (pour les coqs et la poule) sont déjà elliptiques avec un noyau bien formé et les autres plus petits encore arrondis et sans noyau.

» Chez l'homme et chez le chien, l'augmentation des globules n'a pas été très appréciable, bien que j'aie pu constater, au moyen de l'hémochromomètre, une augmentation de la capacité respiratoire du sang. Comme cette hyperglobulie existait à un degré élevé dans les observations faites par moi au Pérou, à l'altitude de 4392^{m}, on peut en conclure qu'elle ne se produit probablement, d'une manière très intense, qu'au-dessus de 3000^{m}.

» Quoi qu'il en soit, voici les chiffres que j'ai obtenus au Pic du Midi et que je donne, bien que les différences soient assez faibles, parce qu'ils sont aussi en série avec les résultats précédents, beaucoup plus nets :

	A Bordeaux.	Au Pic du Midi.
Moi..................	4730000	5230000 (globuline)
G. (cuisinier).........	»	5100000 (depuis 4 ans au Pic)
P. (domestique).......	»	5000000 id.
Vieux chien	4590000	5860000 (globuline)
Chienne adulte........	Pas de différence	
Jeune chienne.........	Pas de différence	
Petit chat	»	7400000 (globuline)
Petite chatte..........	»	7360000 id.
Vieux chat	»	6520000

» On remarquera que, tandis que mon sang et celui des animaux nouvellement importés au Pic contenait un nombre considérable de petits globules, celui des hommes et du vieux chat habitant l'Observatoire depuis plusieurs années n'en présente pas, leur sang étant arrivé en quelque

sorte à un état d'équilibre en rapport avec le degré de la dépression barométrique.

» Parallèlement aux résultats fournis par la numération et qui accusent, dans la plupart des cas, l'effort de l'organisme pour mettre le milieu intérieur en harmonie avec les conditions du milieu extérieur, les examens de la capacité respiratoire, pratiqués au moyen du calorimètre ou de l'analyse du sang par la pompe à mercure, m'ont amené également à cette conviction que l'organisme, loin de subir passivement l'influence de la raréfaction de l'oxygène, cherche à lutter et lutte victorieusement contre cette condition défavorable.

» Le mal des montagnes, le *soroche* des Andes, n'est qu'un épisode violent, que la première phase d'une lutte où l'organisme, terrassé d'abord, ne tarde pas à reprendre le dessus. Cette lutte à laquelle nous assistons en mainte autre circonstance, par exemple à la suite des grandes hémorragies, des asphyxies chroniques, lutte où le médecin peut seconder l'effort de la nature, c'est ce qu'on pourrait appeler la *lutte pour l'oxygène*.

» C'est donc en vertu de cette tendance naturelle de l'organisme à reconquérir l'oxygène dont il a été privé, qu'on voit le séjour dans l'atmosphère raréfiée des montagnes se traduire, en dehors de toute autre influence, par une augmentation du nombre des globules et de la capacité respiratoire du sang. Ces deux phénomènes, le plus souvent corrélatifs l'un de l'autre, ne sont cependant pas indissolublement liés et peuvent se produire l'un sans l'autre, ainsi que je l'ai indiqué dans une Communication antérieure.

» Est-il possible maintenant d'appliquer au traitement de certaines maladies, telles que les diverses anémies, la neurasthénie, les dyspepsies, cette remarquable action *hématogène* du séjour aux grandes altitudes? Je n'oserais l'affirmer dans tous les cas. Pour les altitudes moyennes, de 600^{m} à 1600^{m}, il n'y a pas de doutes sur leurs bons effets, d'ailleurs dus à des causes très complexes, parmi lesquelles l'élément *altitude* joue peut-être le moindre rôle. Pour les grandes altitudes (au-dessus de 2000^{m}) il faut distinguer : si la fonction hématopoiétique, quoique languissante, n'est pas trop gravement troublée, nul doute que sous l'influence momentanément perturbatrice de la raréfaction de l'oxygène, elle ne subisse un coup de fouet qui la fera sortir de sa torpeur en agissant en quelque sorte sur elle comme agissait la saignée qu'on appliquait anciennement, quelquefois avec de bons résultats, au traitement de l'anémie. Ce sera en quelque

sorte une saignée interne, une saignée sans effusion de sang. Mais l'observation montre que l'accoutumance de ces malades est pénible. L'emploi de la cure d'*altitude*, pour la distinguer de la simple cure de *montagne*, reste donc délicat.

» Les dyspeptiques sans lésions graves, les neurasthéniques déprimés, les candidats à la tuberculose, et même les tuberculeux commençants, dont la fonction hématopoiétique, opprimée souvent par une hygiène vicieuse, est encore pleine de ressort, pourront en retirer le plus grand profit et souvent même la guérison. Mais leur séjour sur les hauts lieux devra être de longue durée, et leur organisme devra prendre en quelque sorte de nouvelles habitudes de nutrition. Car, ainsi que je l'ai constaté sur moi-même, le bénéfice de l'hyperglobulie et de l'augmentation de la capacité respiratoire du sang paraît se perdre, par le retour aux bas niveaux, aussi vite qu'il a été acquis, lorsque son acquisition n'a pas été rendue définitive par un long séjour dans les altitudes. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Abolition persistante de la fonction chromogène du* Bacillus pyocyaneus. Note de MM. **Charrin** et **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« De même que la virulence, la fonction chromogène est essentiellement variable suivant les conditions physiques et biologiques dans lesquelles végètent les microbes qui la possèdent. Aussi plusieurs expérimentateurs, sur divers microbes, ont cherché à modifier ou à faire disparaître cette propriété de sécréter de la couleur. C'est ainsi que M. Bouchard sur le *Bacille fluorescent* de l'intestin, MM. Charrin et Roger sur le *B. pyocyaneus*, M. Wasserzug sur le même Bacille, MM. Rodet et Courmont sur le *Staphylococcus aureus*, M. Schottelius sur le *B. prodigiosus* et récemment M. Gessard sur le *B. pyocyaneus*, ont réussi à suspendre d'une manière plus ou moins durable la fonction chromogène. Ils n'ont obtenu, en effet, qu'une suspension momentanée; dès que le microbe a été replacé dans des conditions favorables, il a recouvré ses propriétés primitives. La fonction chromogène n'a donc pas été détruite. Malgré l'insuccès relatif de ces tentatives, nous avons entrepris, dans le même but, de nouvelles expériences et nous sommes arrivés à des résultats tout à fait concluants.

» Parmi les conditions physiques qui entravent la sécrétion de matière

colorante chez le *Bacillus pyocyaneus,* il en est une, non encore étudiée, à notre connaissance, qui favorise éminemment la disparition de la propriété chromogène : c'est la culture à une température élevée voisine de 43°. A cette température, en effet, les cultures du *Bacillus pyocyaneus* prolifèrent abondamment, mais ne donnent plus ni couleur ni l'odeur caractéristique.

» Si on les réensemence avant que la végétabilité du microbe soit trop fortement amoindrie et qu'on les replace à une température eugénésique, elles récupèrent leurs caractères normaux. Il n'en est plus de même quand on a cultivé le microbe à la température de 42°,5 pendant plusieurs générations successives. Dans ce cas, les modifications acquises se transmettent héréditairement et persistent dans les cultures filles placées dans les conditions les plus favorables de température et de milieu. Ces faits constatés, nous avons cherché à obtenir, d'une façon méthodique, une race de *Bac. pyocyaneus* sans couleur, dont la fixité fût réelle et durable. Voici comment l'expérience a été exécutée.

» Avec une semence de *Bac. pyocyaneus*, douée de toutes ses propriétés virulentes et chromogènes, on fait, dans du bouillon de veau non peptonisé, une première culture à la température de 42°,5. Au bout de cinq jours, cette dernière est réensemencée dans deux matras, dont l'un est laissé à la température de 42°,5 et l'autre placé dans l'étuve à 30°. La culture à 42°,5 sert à deux nouveaux ensemencements, et ainsi de suite. Les premières cultures à 30°, ainsi obtenues après chauffage de la semence, ne sont pas sensiblement modifiées ni dans leurs caractères végétatifs, ni dans leur virulence. La couleur et l'odeur des cultures apparaissent sans changement et sans retards apparents. Mais à la quatrième génération, après chauffage à 42°,5, les cultures filles replacées à la température eugénésique ont subi des modifications importantes. La coloration et l'odeur ont disparu et la culture en milieux propices (sérum, bouillon peptonisé, agar peptonisé, glycériné, sucré) a été impuissante à faire réapparaître ces caractères. Toutefois, cette modification est loin d'être complète et définitive. Un seul passage à travers l'organisme du lapin a suffi pour rendre au microbe ses propriétés caractéristiques.

» *Expérience.* — Le 3 juin 1892, on inocule dans la veine de l'oreille d'un lapin 4^{cc} d'une culture pyocyanique décolorée (*provenant de la quatrième génération après chauffage à* 42°,5). L'animal meurt le 1er juin. Piqueté hémorragique de deux ganglions de l'intestin. On ensemence le rein et un ganglion. Le 3, les cultures présentent une belle coloration, qui augmente encore le 5. Peut-être léger retard dans son apparition.

» S'il est vrai que, par hérédité, les modifications imprimées par la chaleur deviennent de plus en plus complètes et stables, à mesure que le nombre des générations successives augmente, on devait nécessairement obtenir des cultures décolorées à un degré tel, que le retour à la coloration fût impossible même après des inoculations en série. C'est en effet ce qui a lieu, comme on va le voir.

» *Expérience.* — Le 3 juin 1892, on injecte, dans la veine de l'oreille d'un *lapin n°* 1, 3^{cc} d'une nouvelle culture pyocyanique décolorée (*provenant de la sixième génération, après chauffage à* 42°,5). L'animal meurt le 4 juin avec de la diarrhée et de l'albuminurie. On ensemence le rein : *la culture reste incolore.* — Le 7 juin, on inocule 2^{cc},5 de cette culture demeurée incolore à un *lapin n°* 2, qui meurt le 9 avec de la diarrhée et de l'albuminurie; hémorragie caractéristique dans les parois du cæcum. On ensemence le rein. *Les cultures des lapins* 1 *et* 2 *restent incolores.*

» Le 14 juin, on inocule les cultures du lapin n° 2 à un *cobaye,* qui meurt le 18. On sème le rein sur agar peptonisé et dans le sérum de lapin. Le 21 juin, ces cultures sont actives, *mais ne renferment pas de pigment.*

» Le 15 juin, une grenouille est inoculée avec les cultures du lapin n° 2; elle résiste, et le 18 juin on fait des cultures avec l'œdème sous-cutané : *ces cultures restent incolores* (¹). Le 22 juin, on injecte à une grenouille la culture du rein du cobaye mort le 18 juin (2^{cc},5 de culture en sérum). *Des cultures faites avec l'œdème de cette grenouille restent également incolores.*

» Pour démontrer que ces cultures décolorées sont bien dues au *B. pyocyaneus,* il suffit d'indiquer les symptômes et les lésions engendrés par l'inoculation aux animaux. En outre, nous avons fait six séries de cultures parallèles dans des conditions absolument identiques, et toujours nous avons obtenu la même marche et les mêmes résultats. La meilleure démonstration serait de revenir à la production du pigment, comme l'ont fait les auteurs qui nous ont précédés. Mais ce retour est en contradiction avec le fond même de la question. Il ne peut être utilisé que dans les modifications passagères.

» De toutes ces expériences, il ressort clairement que, sous l'influence de la chaleur et de l'air, la fonction chromogène du *B. pyocyaneus* peut être détruite d'une manière durable, et que les circonstances reconnues jusqu'ici comme les plus favorables à la sécrétion de la matière colorante ont été impuissantes à faire renaître cette fonction. Faut-il en conclure que cette modification est permanente, définitive? Assurément non. Peut-

(¹) Nous savons que, chez la grenouille, le bacille pyocyanique paraît acquérir à un degré très élevé sa propriété chromogène.

être, par des moyens mieux appropriés, réussira-t-on à remonter en sens inverse l'échelle des modifications et à restituer au microbe qui l'a perdue sa fonction chromogène. En attendant, nous avons franchi une nouvelle limite dans l'étude de la variabilité des espèces en microbiologie. C'est là un nouvel exemple du danger des déterminations basées sur un seul caractère, eût-il l'apparence d'un caractère des plus importants. »

M. **Franz Lesskanne** adresse à l'Académie un Mémoire sur divers sujets de Mathématiques.

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Oppolzer*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 36,

M. Auwers obtient	31	suffrages.
M. Dunèr »	2	»
M. Darwin »	2	»
M. Christie »	1	»

M. **Auwers**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de *Sir George Airy*.

Cette Commission doit comprendre trois Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques et trois Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques. Le Président en exercice en fait partie de droit.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

Pour les Sections de Sciences mathématiques : MM. Bertrand, Hermite, Tisserand;

Pour les Sections de Sciences physiques : MM. Berthelot, Milne-Edwards, Daubrée.

En conséquence, la Commission se composera de M. **d'Abbadie**, Président en exercice, et de MM. **Bertrand**, **Hermite**, **Tisserand**, **Berthelot**, **Milne-Edwards**, **Daubrée**.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 juin 1892.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture par M. P.-P. Dehérain. Tome XVIII, n° 6. Paris, G. Masson, 1892; 1 fasc. in-8°.

Le rôle de l'eau dans les cylindres à vapeur, par L. Anspach. Bruxelles, 1892; br. in-8°.

Météorologie du département de la Somme, par H. Duchaussoy. Amiens, Piteux frères, 1892; br. in-8°.

Contribution à l'étude physiologique et thérapeutique des Rhamnées. — Cascara sagrada. — Cascarine, par le Dr Laffont. Paris, Melzer, 1892.

Cartes de France au $\frac{1}{2000000}$, *d'Afrique au* $\frac{1}{2000000}$ *et de la Tunisie au* $\frac{1}{200000}$, *en couleurs*, publiées par le Ministère de la Guerre.

Comptes rendus des séances de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale, réunie à Florence du 8 *au* 17 *octobre* 1891, rédigés par le Secrétaire perpétuel A. Hirsch. Berlin, 1892; 1 vol. in-4°.

FIN DU TOME CENT-QUATORZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1892.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXIV.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
18097 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.